



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA EN LA
COMUNIDAD DE UCUMARI, PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN
NABÓN”

*Tesis previa a la
obtención del título de:
Ingeniero Ambiental.*

AUTOR:
JUAN ANDRÉS VINTIMILLA TORRES.

DIRECTOR:
ING. ALEXANDRA ELIZABETH GUANUCHI QUITO. MSc.

CUENCA – ECUADOR
2015



RESUMEN.

El presente estudio se realizó en la comunidad de Ucumari, del cantón Nabón (provincia del Azuay), en donde existe un convenio tripartito entre el club Rotario Tomebamba, el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Nabón y la Universidad Estatal de Cuenca, para la donación, instalación y seguimiento de 80 biofiltros en todo el cantón, de los cuales 11 se encuentran en la comunidad antes mencionada. Los análisis de las muestras iniciales se tomó de lugares tales como: canales de riego, agua entubada desde diferentes vertientes y del biofiltro estándar. Los resultados de las diferentes muestras reportaron que la calidad del agua no era recomendable para el consumo humano (Coliformes totales y fecales sobre los parámetros permitidos por la NTE INEN 1108).

El objetivo del estudio es realizar mejoras en los biofiltros instalados, con la finalidad de optimizar el funcionamiento de estos, mediante la instalación de: flauta de absorción, mallas separadoras de agregados, sustitución de arena de río por árido silíceo e instalación de una válvula flotadora para el llenado automático del biofiltro.

La implementación del conjunto de mejoras nos dio resultados que comparados con las muestras iniciales se optimizaron totalmente, obteniendo una agua de calidad, confiable y segura para el consumo humano ya que se ajusta a la normativa vigente.

Palabras claves: biofiltro de arena, calidad del agua, evaluación, filtración, parámetros físicos, químicos y biológicos de agua, Ucumari, microorganismos, NTE INEN 1108.



ABSTRACT.

This present study was conducted in the community of Ucumari, in the canton Nabón (province of Azuay), in which exists a three sided agreement between the Tomebamba Rotary Club, the Decentralized Autonomous Municipal Government of Nabón and the State University of Cuenca, for the donation, installation, and monitoring of 80 bio-filters throughout the canton, 11 of which are in the aforementioned community. The initial sample analysis was taken from places such as irrigation channels, piped water from different areas, and the standard bio-filter. The results from the different samples reported that the water quality was not suitable for human consumption (Total of coliforms and fecal matter regarding the parameters allowed by the NTE INEN 1108).

The object of the study is to perform improvements in the installed bio-filters with the intention of optimizing functionality by installing: absorption flutes, separating mesh aggregates, replacing river sand with dry silicic, and the installation of a float valve for automatic filling of the bio- filter.

The implementation of the set of improvements has given results that, compared with the initial samples, are fully optimized giving us obtaining quality water, reliable and safe for human consumption and which conforms to current regulations.

Keywords: sand bio-filter, water quality, evaluation, filtration, physical, chemical, and biological water parameters, Ucumari, microorganisms, NTE INEN 1108.



LISTA DE ABREVIATURAS.

AUTO RNG: Selección Automática del rango.

CAWST: Center for Affordable Water and Sanitation Technology.

EDTA: Ácido Etilendiaminotetraacético.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado.

INEN: Instituto Ecuatoriano de Normalización.

NTE: Norma Técnica Ecuatoriana.

NTU: Unidad Nefelométrica de Turbidez.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

Ph: Potencial Hidrógeno.

SDT: Sólidos Disueltos Totales.

SENAGUA: Secretaria Nacional del Agua.

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

UV: Radiación Ultravioleta.



Contenido.

RESUMEN.	2
ABSTRACT.	3
LISTA DE ABREVIATURAS.....	4
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Antecedentes	15
1.2. Identificación del problema.	16
1.3. Justificación.....	16
1.4. Objetivos.	17
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Propiedades físicas - químicas del agua.....	18
2.2. Calidad del agua	18
2.2.1. Parámetros físicos del agua.	18
2.2.2. Parámetros químicos del agua.	20
2.2.3. Parámetros bacteriológicos del agua.....	22
2.3. Procesos de tratamientos del agua más usados.....	23
Filtración.	24
Coagulación.....	23
Floculación.....	23
Sedimentación.	23
Cloración.....	24
2.4. Proceso de filtración – Biofiltro de arena.....	25
2.4.1. Funcionamiento del Biofiltro de arena.....	25
2.4.2. Partes principales del biofiltro de arena.	27
2.4.3. Instalación del biofiltro de arena.	28
CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN Y MEJORA	31
3.1. Ubicación de la zona de estudio.	31
3.2. Evaluación del biofiltro estándar.	31
3.3. Tratamiento del agua – biofiltros de arena.....	32
3.3.1. Instalación de mejoras al biofiltro de arena.....	32
3.3.2. Análisis de muestras de agua.....	35
3.4. Parámetros de la calidad de agua.....	36
3.4.1. <i>Parámetros físicos</i>	36
3.4.2. Parámetros químicos.	40



3.4.3. Parámetros bacteriológicos.	44
3.5. Estudio socio-cultural.	48
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
4.1. Análisis.....	51
4.2. Resultados del análisis de la calidad de agua.....	58
4.2.1. Análisis de agua sin filtrar.	58
4.2.2. Análisis de agua filtrada (biofiltro de arena estándar).	60
4.2.3. Análisis de agua filtrada (biofiltro de arena mejorado).	61
4.3. Análisis de datos	64
4.4. Propuesta del manual para la instalación del biofiltro mejorado.	69
CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	74
Anexo 1. Encuestas realizadas.	74
Anexo 2. Análisis de muestras de agua.	110
Anexo 3. Análisis granulométrico de la arena de filtros.....	126
Anexo 4. Manual para el usuario.....	127



Índice de figuras

Figura 1. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua.	22
Figura 2. Partes del Biofiltro de arena.	27
Figura 3. Filtro instalado.	30
Figura 4. Colocación de flauta de absorción.	33
Figura 5. Instalación de difusores.	34
Figura 6. Ubicación de la boya en el filtro.	35
Figura 7. Diseño de encuesta realizada a la población de Ucumari.	50



Índice de gráficos.

Gráfico 1. Resultados, pregunta 1 de la encuesta.	53
Gráfico 2. Resultados, pregunta 2 de las encuestas.	53
Gráfico 3. Resultados, pregunta 3 de la encuesta.	54
Gráfico 4. Resultados, pregunta 4 de la encuesta.	54
Gráfico 5. Resultados, pregunta 5 de la encuesta.	55
Gráfico 6. Resultados, pregunta 6 de la encuesta.	55
Gráfico 7. Resultados, pregunta 7 de la encuesta.	56
Gráfico 8. Resultados, pregunta 8 de la encuesta.	57
Gráfico 9. Resultados, pregunta 9 de la encuesta.	57
Gráfico 10. Histogramas - análisis de parámetros físicos.....	65
Gráfico 11. Histogramas - análisis de parámetros químicos.....	68
Gráfico 12. Histogramas - análisis de parámetros biológicos.....	69



Índice de tablas

Tabla 1. Población de la comunidad de Ucumari.	15
Tabla 2. Eliminación de microorganismos por medio filtrante.	25
Tabla 3. Parámetros de acuerdo a la norma INEN para agua potable.	39
Tabla 4. Parámetros analizados en el laboratorio.	47
Tabla 5. Análisis de agua sin filtrar.....	59
Tabla 6. Simbología.	60
Tabla 7. Análisis de agua filtrada (biofiltro estándar).....	61
Tabla 8. Resultado de análisis de agua - biofiltro mejorado.	63
Tabla 9. Comparación de resultados de análisis de agua - parámetros físicos	64
Tabla 10. Comparación de resultados de análisis de agua – parámetros químicos.	66
Tabla 11. Comparación de resultados de análisis de agua – parámetros biológicos.	68



Índice de fotos

Foto 1. Flauta de absorción.....	33
Foto 2. Arenas usadas en los biofiltro.	34
Foto 3. Toma de muestras de agua desde la fuente.	35
Foto 4. Muestra de agua tomada desde el biofiltro.	36
Foto 5. Equipo empleado para los análisis químicos.	40
Foto 6. Estructura de biofiltro de arena rota.	51
Foto 7. Biofiltro manipulado y en mal funcionamiento.	52
Foto 8. Biofiltro destruido.	52
Foto 9. Asamblea de la comunidad – encuestados.....	58
Foto 10. Muestra de agua tomada en el canal de riego.	58
Foto 11. Toma de muestra de agua del biofiltro en uso.	60
Foto 12. Colocación de difusores en el biofiltro.....	62
Foto 13. Reemplazo de arena de río por arena de cantera.....	62
Foto 14. Instalación de boya para llenado automático.	62
Foto 15. Recolección de muestra de agua - biofiltro mejorado.	63



CLAUSULA DE DERECHO DEL AUTOR



Universidad de Cuenca
Cláusula de derechos de autor

Yo, *Juan Andrés Vintimilla Torres*, autor de la tesis **"EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI, PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN"**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, julio de 2015.

Juan Vintimilla T.

Juan Andrés Vintimilla Torres.

C.I.: 0103345344.



CLAUSULA DE PROPIEDAD INTELECTUAL



Universidad de Cuenca
Cláusula de propiedad intelectual

Yo, Juan Andrés Vintimilla Torres, autor de la tesis **"EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI, PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN"**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, julio de 2015.

Juan Andrés Vintimilla Torres.

C.I: 0103345344



DEDICATORIA.

A Dios, por la vida, fortaleza y la oportunidad de finalizar con éxito el estudio realizado.

A mis padres Oswaldo y Patricia, mis hermanos Pedro y Daniela, mi sobrino Mathías y a mi enamorada Paola, quienes representan el motor de mi vida, llenándola de alegría, e impulsándome día a día a seguir adelante.

A mis abuelos: Mama Tina (+), Papito Lucho (+), Papito Pepe (+) y Mamita Lolita, que desde el cielo guían mi camino y me alientan a seguir adelante.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a DIOS por el éxito alcanzado en mis estudios y mi vida personal.

A mis padres Oswaldo y Patricia, mis hermanos Pedro y Daniela, mi sobrino Mathias por el apoyo brindado dentro de mis estudios y en cada una de las etapas de mi vida inculcandome valores para ser una mejor persona..

A mi enamorada, por estar junto a mí en estos años de estudio, representando un pilar fundamental en mi vida personal y universitaria.

A mi tío Carlos Vintimilla (+) y a la Dra Sonia Georcke por ser mis formadores en mi vida profesional y personal.

A la Ingeniera Alexandra Guanuchi, por el apoyo, conocimiento y tiempo brindado en la realización del estudio y las enseñanzas aprendidas en el transcurso del mismo.

A mis profesores, por sus conocimientos y consejos impartidos en las aulas y fuera de las mismas.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Antecedentes

En ciertas zonas rurales del Ecuador no se dispone de un tratamiento de agua ni saneamiento básico, debido a su topografía, falta de recursos, comunidades con un número de pobladores reducido que no justifica el costo-beneficio, tal es el caso de la comunidad de Ucumari, en donde los pobladores consumen agua sin previo tratamiento.

Las principales actividades registradas en la zona están relacionadas con la ganadería y agricultura, las mismas que se realizan a pocos metros de la fuente de agua que abastece a la comunidad. Representando un riesgo para la misma, ya que los efluentes transportan los residuos de fertilizantes y desechos fecales de las actividades mencionadas.

La comunidad de Ucumari cuenta con una población pequeña (abril de 2015 se cuenta con un total de 40 personas), dividida en 12 familias (ver Tabla 1).

Tabla 1. Población de la comunidad de Ucumari.

Sexo	Edad	Total
Hombres	>12 años	19
Mujeres		17
Niños	<12 años	3
Niñas		1
total		40

Elaboración: Juan Vintimilla

Los tratamientos previos que se den al agua antes de consumo, son de gran importancia, ya que los mismos contribuyen a la no propagación de enfermedades relacionadas con el agua.

El agua contaminada funciona como una vía de transporte de bacterias, virus y parásitos, que son ingeridos por las personas, al no contar con un sistema de potabilización de las aguas crudas. En Ecuador, especialmente en zonas rurales, el abastecimiento de agua se realiza directamente de la fuente, sin tratamientos previos.

Datos proporcionados por SENAGUA en el año 2013, informa que el agua utilizada para el riego representa el 80% mientras que solo un 10% es usado en el consumo humano, de este porcentaje el 60% del agua suministrada a la población no es potable y el 74% de la red de alcantarillado está en condiciones precarias. El 92% de las aguas residuales se descargan en los cursos naturales sin ningún tipo de tratamiento.

Se estima que en el Ecuador, el abastecimiento de agua por persona está alrededor de 180 l/habitantes/día. Los principales problemas que se identifican en el país en relación con los recursos hídricos son (SENAGUA, 2013):



- Falta de conocimiento del recurso y su disponibilidad.
- Distribución irregular e inequitativa del agua.
- Vulnerabilidad ante los fenómenos naturales extremos, como sequías e inundaciones.
- Crecimiento urbano, el mismo que genera problemas de abastecimiento y saneamiento básico.
- Limitada prestación de servicios al estrato más pobre de la población.
- Falta de normas para controlar la contaminación del agua y de capacidad para hacer cumplir las leyes vigentes; entre otras.

Por lo expuesto se plantea como necesidad la implementación de un sistema de tratamiento de filtración mediante la instalación de biofiltros, los cuales representan una alternativa en la lucha contra la transmisión de enfermedades causadas por el consumo de agua. Las ventajas que se observan en la aplicación de este son los bajos costos y el fácil manejo.

1.2. Identificación del problema.

El consumo de agua proveniente directamente de la fuente (agua cruda) representa un peligro latente. Ya que al ser agua no tratada (bajo ningún proceso) representa una fuente de transmisión y propagación de enfermedades relacionadas con el agua.

El cantón Nabón según el último censo realizado en el año 2010 cuenta con una población de 12.607 habitantes, los mismos que están repartidos en 79 comunidades; de las cuales 11 no cuentan con sistemas de tratamiento de agua para el consumo de la población.

En la comunidad Ucumari (comunidad de estudio), los pobladores se abastecen del líquido vital (agua), mediante tuberías conectadas directamente de los canales de riego hasta los diferentes domicilios.

Aunque el agua que la población consume, se vea limpia y cristalina, esto no quiere decir que no esté contaminada, ya que puede contener microorganismos que no son visibles a simple vista y son perjudiciales para la salud.

Otra de las problemáticas presentes, está relacionada con la ganadería, debido a que el pastoreo se lo realiza cerca de los canales de abastecimiento de agua, donde el ganado pastorea y al mismo tiempo deposita sus desechos, convirtiéndose en otra fuente de contaminación para el agua. Ya que el proceso de escorrentía que ocurre en el suelo, podría llevar y depositar dichos desechos en los canales de abastecimiento.

1.3. Justificación.

El tratamiento del agua para el consumo, mediante diferentes sistemas ayudan a eliminar virus, parásitos, protozoarios entre otros, transmitidas por el agua, cuando está no han sido tratada.



Es por esta razón que se realizó un convenio entre la Universidad de Cuenca, el Club Rotario y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Nabón para instalar 80 biofiltros de arena, tomando como referencia a la parroquia "El Progreso" en las comunidades: Yaritzagua, Rambrán, Ucumari, Sauceloma, Ganarín, Campanacucho, y Quillosisa; dentro del proyecto se evaluará y mejorará los biofiltros instalados en la comunidad de Ucumari.

Este trabajo tiene como propósito evaluar el funcionamiento de los 11 biofiltros implementados en la comunidad de Ucumari (la cual pertenece a la parroquia El Progreso que cuenta con 2012 habitantes según el último censo del a población y vivienda 2010), contribuyendo con la sociedad y la comunidad mencionada, ya que se mejorará la calidad del agua de consumo diario y se contribuirá a la disminución a la tasa de transmisión y/o propagación de enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada, o que no ha recibido ningún tipo de tratamiento.

1.4. Objetivos.

Objetivo general:

Evaluar e Implementar mejoras en 11 biofiltros de arena instalados en la comunidad de Ucumari.

Objetivos específicos:

- Analizar el agua proveniente de los biofiltro de arena estándar, mediante análisis en el laboratorio de Agua del GAD municipal del cantón Nabón.
- Implementar un conjunto de mejoras en los biofiltros estándar.
- Analizar el agua proveniente de los biofiltro de arena mejorado, mediante análisis en el laboratorio de Aguas del GAD municipal del cantón Nabón.
- Mejorar la eficiencia en los biofiltros de arena para la reducción de agentes físicos - químicos y eliminación completa de los agentes bacteriológicos del agua; para el cumplimiento de la noma INEN 1108.



CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

Se estima que el total de agua en el planeta es 1400 millones km^3 , de los cuales el 97% (1358 millones km^3) se concentran en los mares y océanos. El restante 3% (42 millones km^3) pertenece al agua dulce, la cual se encuentra distribuida en hielos de glaciares, nieves perpetuas, ríos, lagos, aguas subterráneas, atmósfera y biosfera (agua que forma parte de los cuerpos de los seres vivos) (*Ciencias de la Tierra y el Universo*, 2006).

2.1. Propiedades físicas - químicas del agua.

El agua químicamente está compuesta por 2 moléculas de hidrógeno y una molécula de oxígeno (H_2O). Es el único líquido que lo podemos encontrar en sus tres estados (líquido, sólido y gas), a temperatura ambiente.

Entre las propiedades fisicoquímicas más notables del agua podemos mencionar:

- ✓ El agua es un líquido inodoro e insípido.
- ✓ El punto de congelación es de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su punto de ebullición de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- ✓ En grandes masas de agua, se puede observar un color azulado.
- ✓ El agua bloquea ligeramente la radiación ultravioleta. Permitiendo que las plantas acuáticas absorban su energía.
- ✓ La densidad del agua es 1 g/cm^3 a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2.2. Calidad del agua

La calidad del agua está relacionada con las propiedades químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua, y sus parámetros dependerán del uso que requiera como: consumo de las personas (agua potable), riego, agricultura, entre otras.

El agua potable es aquella agua de consumo inocuo que no ocasiona riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida, teniendo en cuenta las diferentes vulnerabilidades que pueden presentar las personas en las distintas etapas de su vida (OMS, 2006).

El tratamiento del agua es un proceso fisicoquímico y biológico, mediante el cual se elimina una serie de sustancias y microorganismos que impliquen riesgo para la salud (García Silva, 2011).

Los parámetros que indican o influyen en la calidad del agua son: parámetros físicos, químicos y biológicos; descritos a continuación.

2.2.1. Parámetros físicos del agua.

Las características físicas del agua impresionan nuestros sentidos como la vista, el olfato y el gusto; por lo que los parámetros físicos de la calidad del agua tienen una relación directa en las condiciones estéticas y de aceptabilidad

del agua para consumo humano. De acuerdo a (OMS, 2006) dichos parámetros son descritos a continuación.

- **Temperatura.-** El agua fría tiene un sabor más agradable que el agua tibia, y la temperatura repercutirá en la aceptabilidad de algunos otros componentes inorgánicos y contaminantes químicos que puedan afectar al sabor. La temperatura alta del agua potencia la proliferación de microorganismos y puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión.
- **Color.-** Idóneamente, el agua de consumo no debe tener ningún color apreciable. Generalmente, el color en el agua de consumo se debe a la presencia de materia orgánica coloreada, asociada al humus del suelo. La presencia de color también puede deberse a la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales y puede ser el primer indicio de una situación peligrosa; por lo que si el agua de abastecimiento presenta algún color se debe investigar inmediatamente su origen.
- **Turbidez.-** Generalmente se forma por la presencia de partículas de materia, que pueden proceder del agua de origen, como resultado de un filtrado inadecuado, o debido a la re-suspensión de sedimentos en el sistema de distribución. El aspecto del agua con una turbidez de 5 UNT suele ser aceptable para el consumo humano, pero esto puede variar de acuerdo a las circunstancias locales. Además la turbidez es un parámetro operativo importante en el control de los procesos de tratamiento, y puede indicar la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación y sedimentación y en la filtración.
- **pH.-** Este se debe sobre todo al equilibrio carbónico (la secuencia de equilibrio de disolución de CO_2 en el agua) y la actividad de los microorganismos acuáticos (disolución de carbonatos e insolubilización de bicarbonatos), alterando drásticamente al pH de cualquier agua (Galvín, 2003).
Con relación al agua de consumo, valores extremos de pH pueden provocar irritaciones de las mucosas y órganos internos, e incluso procesos de ulceración. Aguas con $\text{pH} < 7$ favorecen procesos corrosivos en la red de distribución del agua y la aparición de condiciones fisicoquímicas que permiten la formación de Ácido Sulfúrico (H_2S). Finalmente, valores altos de pH se encuentran asociados con aguas coloreadas y/o con presencia de olores/sabores, siendo por tanto, no agradables para el consumidor (Galvín, 2003). El pH óptimo necesario variara en distintos sistemas de abastecimientos de agua potable en función a la composición del agua y la naturaleza de los materiales empleados en el sistema de distribución, pero suele oscilar entre 6,5 y 8.
- **Dureza.-** Se encuentra determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio. La mayoría de los suministros de agua potable tienen un promedio de 250 mg/l de dureza, niveles superiores a 500 mg/l son

indeseables para uso doméstico (Rengifo and López, 2011). Existen dos tipos de dureza:

- Dureza temporal: determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio.
- Dureza permanente: determinada por todas las sales de calcio y magnesio, excepto carbonatos y bicarbonatos.

El agua con dureza mayor 200 mg/l, en función de la interacción con otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede provocar la formación de incrustaciones en las instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución y las tuberías de agua. Otra de las consecuencias de la dureza será el consumo excesivo de jabón y la consiguiente formación de restos insolubles de jabón.

- Sólidos Disueltos Totales (SDT).- La potabilidad del agua con una concentración de SDT menor que 600 mm/l suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores (aproximadamente 1000 mg/l) la potabilidad del agua disminuye significativamente y progresivamente.
- Conductividad.- Tal como se aplica al análisis de agua, es una medida de la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y está directamente relacionada con la concentración de sustancias ionizadas en el agua. Dependiendo de la aplicación en particular, un cambio en la conductividad puede ser señal de cosas tales como la necesidad de añadir productos químicos o de regenerar el sistema.
- Alcalinidad.- la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta se toma como un indicador de dichas especies iónicas. No obstante, algunas sales de ácidos débiles como boratos, silicatos, nitratos y fosfatos pueden también contribuir a la alcalinidad de estar también presentes. Estos iones negativos en solución están comúnmente asociados o pareados con iones positivos de calcio, magnesio, potasio, sodio y otros cationes. El bicarbonato constituye la forma química de mayor contribución a la alcalinidad. Dicha especie iónica y el hidróxido son particularmente importantes cuando hay gran actividad fotosintética de algas o cuando hay descargas industriales en un cuerpo de agua.

2.2.2. Parámetros químicos del agua.

Los riesgos para la salud asociados a los componentes químicos del agua de consumo se deben principalmente a la capacidad de los componentes químicos de producir efectos adversos sobre la salud tras periodos de exposición prolongados (OMS, 2006). Dichos parámetros son:

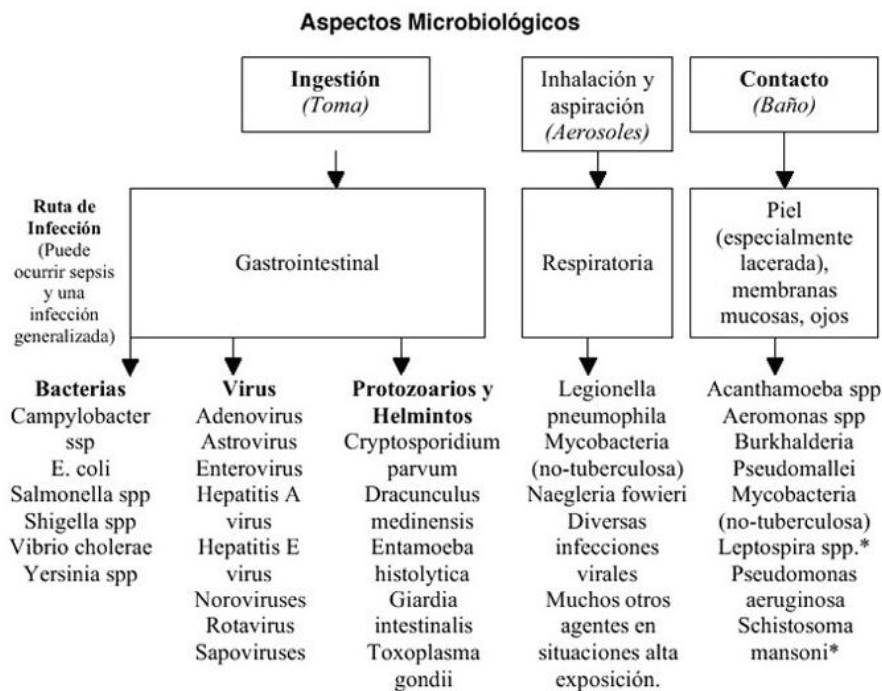
- Hierro.- En las aguas subterráneas anaerobias puede haber concentraciones de hierro ferroso de hasta varios miligramos por litro sin que se manifieste alteración alguna en el color ni turbidez al bombearla directamente desde un pozo, pero al entrar en contacto con la atmosfera el hierro ferroso se oxida a férrico, tiñendo el agua de un color marrón rojizo



no deseable. El hierro potencia la proliferación de bacterias ferruginosas, que obtienen su energía en la oxidación del mismo, en su actividad depositan una capa viscosa en las tuberías.

- **Manganeso.**- su presencia a concentraciones mayores que 0,1 mg/l en sistemas de abastecimientos de agua producen un sabor no deseable en bebidas y mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. La presencia de manganeso en el agua de consumo puede dar lugar a la acumulación de depósitos en el sistema de distribución. Concentraciones menores a 0,1 mg/l suelen ser aceptables para el consumidor.
- **Amoniaco.**- La concentración correspondiente al umbral olfativo del amoniaco a pH alcalino es de aproximadamente 1,5 mg/l, y se ha sugerido un umbral gustativo de 35 mg/l para el catión amonio. Estas concentraciones de amoniaco no tienen repercusiones directas y no se han propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud.
- **Nitrato y nitrito.**- son iones de origen natural que forman parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se utiliza principalmente en fertilizantes inorgánicos, y el nitrito sódico como conservante alimentario. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales suele ser baja, pero puede llegar a ser alta por filtración o escorrentía de tierras agrícolas o debido a la contaminación por residuos humanos o animales como consecuencia de la oxidación del amoniaco y fuentes similares. Las condiciones anaerobias pueden favorecer a la formación y persistencia del nitrito, por lo que la formación del nitrito es consecuencia de la actividad microbiana y puede ser intermitente.
- **Sulfatos.**-La presencia de sulfato en el agua de consumo puede generar un sabor apreciable y en niveles muy altos provocar un efecto laxante en consumidores no habituados. El ión sulfato (SO_4^{2-}) es la forma oxidada estable del azufre, siendo muy soluble en agua. Sin embargo, los sulfatos de plomo, bario y estroncio son insolubles. El sulfato disuelto puede ser reducido a sulfito y volatilizado a la atmósfera como H_2S , precipitado como sales insolubles o incorporado a organismos vivos. Los sulfatos sirven como fuente de oxígeno a las bacterias, en condiciones anaeróbicas, convirtiéndose en sulfuro de hidrógeno. Pueden ser producidos por oxidación bacteriana de los compuestos azufrados reducidos, incluyendo sulfuros metálicos y compuestos orgánicos.
- **Flúor.**-La mayoría de los fluoruros asociados con cationes monovalentes son solubles en agua, pero aquellos formados con cationes divalentes son normalmente insolubles.

2.2.3. Parámetros bacteriológicos del agua.



Fuente: (OMS, 2006).

Figura 1. Vías de transmisión y ejemplos de agentes patógenos relacionados con el agua.

La garantía de la inocuidad microbiana del abastecimiento de agua de consumo se basa en la aplicación desde la cuenca de captación al consumidor, de barreras múltiples para evitar la contaminación del agua de consumo o para reducirla a niveles que no sean perjudiciales para la salud. En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, ya que estos pueden ser fuente de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. La (figura 1) nos muestra las vías de transmisión de los agentes patógenos relacionados con el agua (OMS, 2006). Los parámetros bacteriológicos estudiados en la calidad del agua son:

- **Coliformes Totales.**- Incluye una gran variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos y gran negativos, capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 horas a 35 - 37 °C. Las bacterias pertenecientes a este grupo (excluida *E. coli*) están presentes en aguas residuales y aguas naturales; algunas de estas son excretadas en las heces de personas y animales, pero muchos coliformes son heterótrofos y capaces de multiplicarse en suelos y medios acuáticos. Estos también pueden proliferar y sobrevivir en sistemas de distribución de agua, sobre todo en la presencia de biopelículas. Los Coliformes totales se miden generalmente en muestras de 100 ml de agua, en la cual debe



haber ausencia de estos inmediatamente de la desinfección, si existe presencia es que el tratamiento es inadecuado (OMS, 2006).

- Coliformes Fecales.- también llamados coliformes termo tolerantes y son un subgrupo de los coliformes totales, estos son capaces de fermentar la lactosa a 44 – 45 °C. Aproximadamente el 95% del grupo de los Coliformes presentes en las heces están formados por *Echerichiacoli* y ciertas especies de *Klebsiella* (Rengifo and López, 2011).

2.3. Procesos de tratamientos del agua más usados.

El tratamiento del agua es un proceso de naturaleza física, química y biológica, mediante el cual se elimina una serie de sustancias y microorganismos que implican riesgo para la salud (García Silva, 2011). Entre los tratamientos más frecuentemente empleados podemos mencionar:

✓ Coagulación

Durante la coagulación se aglomeran entre sí a los sólidos en suspensión para formar cuerpos de mayor tamaño a fin de que los procesos de filtración física puedan eliminarlos con mayor facilidad. La eliminación de partículas por medio de estos métodos vuelve mucho más eficaces los procesos de filtración. El proceso por lo general continúa con la separación por gravedad (sedimentación o flotación) y luego por la filtración.

Los coagulantes químicos, tales como sales de hierro, sales de aluminio o polímeros, se agregan al agua para volver fácil la adherencia entre las partículas. Los coagulantes funcionan creando una reacción química y eliminando las cargas negativas que causan que las partículas se repelan entre sí (Rengifo and López, 2011).

✓ Floculación

Después de la coagulación, la mezcla coagulante - agua fuente se agita lentamente en un proceso denominado floculación. Este agitado del agua induce a que las partículas choquen entre sí y se aglutinen para formar grumos o “flóculos” que se pueden eliminar más fácilmente.

El proceso requiere el conocimiento químico de las características del agua fuente para asegurarse del uso de una mezcla eficaz de coagulante.

✓ Sedimentación.

Proceso en el cual las partículas y suciedad atrapadas en la coagulación, caen en el fondo de los estanques, por acción de la gravedad.



✓ Filtración.

En el proceso de filtración las partículas pueden separarse de las aguas brutas mediante:

Filtros rápidos de arena por gravedad.- son habitualmente depósitos rectangulares abiertos (generalmente $< 100 \text{ m}^2$) que contienen arena de sílice (granos de 0,5 a 1 mm) hasta una profundidad de 0,6 a 2 m. El agua fluye hacia abajo y los sólidos se concentran en las capas superiores del lecho. El caudal unitario es generalmente de 4 a 20 $\text{m}^3 / (\text{m}^2 * \text{h})$. El agua tratada se recoge mediante bocas situadas en el suelo del lecho. Los sólidos acumulados se retiran periódicamente descolmatando el filtro mediante inyecciones de agua tratada. Estos suelen utilizarse para eliminar flóculos de aguas coaguladas, así como para reducir la turbidez y los óxidos de hierro y magnesio de las aguas brutas (OMS, 2006).

Filtros a presión.- son usados cuando es necesario mantener una carga de presión para evitar la necesidad de impulsar el agua al sistema mediante bombeo. El lecho de filtración se encierra en una carcasa cilíndrica (OMS, 2006).

Filtros lentos de arena.- son depósitos que contienen arena (tamaño efectivo de 0,15 a 0,3 mm) hasta una profundidad de 0,5 a 1,5 m, aquí el agua bruta fluye hacia abajo, la turbidez y los microorganismos se eliminan principalmente en los primeros centímetros de la arena. Se forma una capa biológica, (biocapa), en la superficie del filtro, la misma que puede eliminar eficazmente los microorganismos. Periódicamente, se limpia y sustituye los primeros centímetros de arena que contiene los sólidos acumulados. El caudal unitario de los filtros lentos de arena es de 0,1 a 0,3 $\text{m}^3 / (\text{m}^2 * \text{h})$. este tipo de filtro solo son adecuados para aguas de turbidez baja o aguas sometidas a filtración previa. Se utiliza para separar algas y microorganismos, incluidos protozoos. La filtración lenta elimina eficazmente las sustancias orgánicas, incluidas algunos plaguicidas y el amoníaco(OMS, 2006).

✓ Cloración.

Puede realizarse mediante gas cloro licuado, solución de hipoclorito sódico o gránulos de hipoclorito cálcico y mediante generadores de cloro in-situ. El gas cloro licuado se suministra comprimido en recipientes a presión. Un clorador extrae el gas del cilindro y lo añade al agua de forma dosificada, simultáneamente controlando y midiendo el caudal del gas. La solución de hipoclorito sódico se dosifica mediante una bomba dosificadora eléctrica de desplazamiento positivo o mediante un sistema de suministro por gravedad. El hipoclorito cálcico debe disolverse en una porción de agua y luego mezclarse con el caudal de principal. Pueden usarse diferentes técnicas de cloración como:

- Dosis crítica
- Cloración marginal
- Supercloración – descloración

La finalidad principal es la desinfección microbiana. No obstante el cloro actúa también como oxidante y puede ayudar o eliminar algunas sustancias químicas (descomponer plaguicidas). Uno de los inconvenientes al usar cloro es su capacidad de reaccionar con materia orgánica natural y producir trihanometanos y otros subproductos de la desinfección halogenados (estos pueden ser controlados optimizando el sistema de tratamiento)(OMS, 2006).

2.4. Proceso de filtración – Biofiltro de arena

El biofiltro de arena, es un sistema de filtración de agua, la cual permite mejorar la calidad del agua para consumo humano. (Ortiz M, 2007).

Entre las ventajas que brinda el uso de biofiltros podemos nombrar: los bajos costos en su construcción, el funcionamiento y facilidad de uso; y la eliminación de microorganismos presentes en el agua (ver Tabla 2).

Tabla 2. Eliminación de microorganismos por medio filtrante.

Elimina	%	Forma de eliminación
Bacterias	90 – 99,9% de las veces	Por colado físico, predación, muerte natural.
Virus	90%	Por colado físico, predación, muerte natural.
Protozoos	99%	Por colado físico, predación, muerte natural.
Helmintos	100%	Por colado físico.

Fuente: (Ortiz M, 2007).
Elaboración: Juan Vintimilla.

Las limitantes presentes en un biofiltro es la eliminación de nitritos, flúor, minerales, sales disueltas y, no se garantiza la eliminación total de bacterias y virus (Ortiz M, 2007).

2.4.1. Funcionamiento del Biofiltro de arena

Eliminación de agentes patógenos.

Los microorganismos, quedan atrapados en la arena y el agua puede fluir a través de ella; ya que la suciedad y algunos agentes patógenos son



demasiados grandes para poder introducirse. Al quedar los microorganismos pegados a la arena, empiezan a comerse unos a otros dentro de la biocapa creada en el biofiltro; y los depredadores mueren debido a que no existe suficiente comida o aire para la sobrevivencia de ellos dentro del biofiltro de arena (CAWST, 2012).

Profundidad del agua.

Cuando el agua deje de fluir (período de descanso), se debe comprobar que la profundidad del agua debe estar a 5 cm de profundidad, si la profundidad del agua es $<4\text{cm}$, podría existir demasiada arena, lo contrario sucede si la profundidad del agua es $>6\text{cm}$ no hay suficiente arena (CAWST, 2012).

Los cambios abruptos en la profundidad de agua en los periodos de descanso modificarían la profundidad de la zona biológica. Una mayor profundidad de agua provocaría una difusión del oxígeno menor y por ende una capa biológica más delgada. Con dicho aumento del agua la capa biológica asciende en el lecho de arena disminuyendo la oxidación y el metabolismo, terminando con un sistema muerto en el biofiltro (Aguilar H and Portela C, 2009).

Índices de flujo

Los microorganismos se encuentran más densamente confinados cerca de la superficie del lecho de arena del biofiltro; esto es debido a que la provisión de oxígeno es limitada por la difusión desde la superficie. Debido a que la delgada capa biológica, el tiempo de contacto entre la película biológica y el agua es menor mientras el filtro funciona. Es por eso que para producir agua de calidad se requiere que los índices de filtración sean los adecuados (Aguilar H and Portela C, 2009).

Si el flujo del agua en el biofiltro es muy lento ($<400\text{ml/minuto}$), esté puede funcionar bien aunque a los usuarios no les guste un flujo lento y por lo tanto no tendrá una cantidad suficiente de agua tratada. Si el flujo de agua es muy rápido ($>400\text{ml/minuto}$), podría no eliminar muchos de los agentes patógenos presentes en el agua disminuyendo así su calidad (CAWST, 2012).

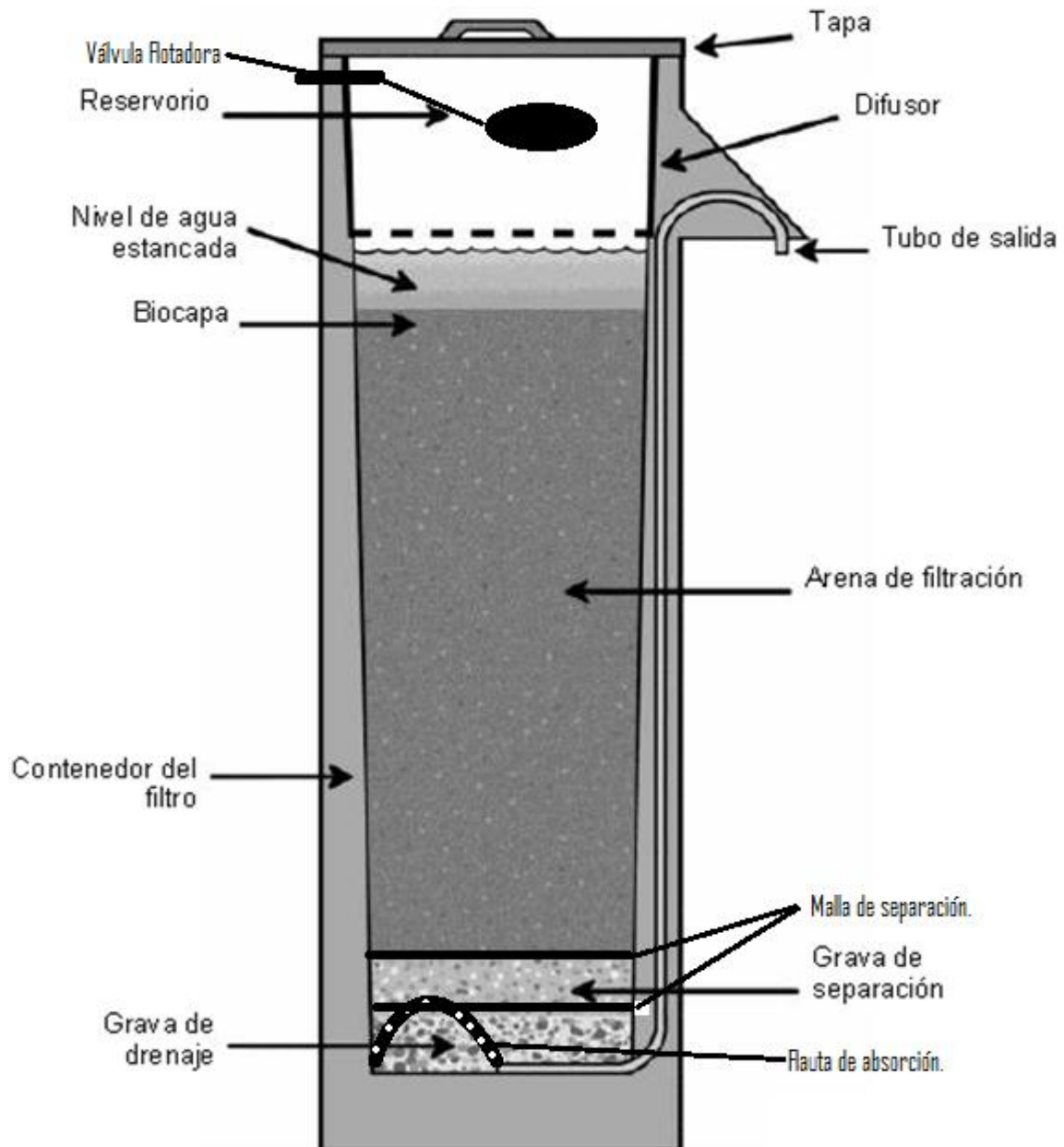
Tiempo

La biocapa tarda aproximadamente 30 días en crecer. En el día 1 muchos microorganismos viven en el agua, cuando esta es vertida en el biofiltro, los mismos empiezan a vivir en la parte superior de la arena. En el día 15, según se vaya usando el biofiltro, más y más microorganismos empiezan a vivir en la arena y la biocapa empieza a crecer, se encuentran cómodos y comienzan a buscar comida. En el día 30, los microorganismos empiezan a comerse unos a otros, por lo tanto desde ahora cada vez que vierta agua dentro del biofiltro, los microorganismos existentes en la arena devoraran a los nuevos que llegan en el agua incluyendo agentes patógenos.

El período de descanso del biofiltro es de 1 hora antes de verter más agua; no se puede dejar más de 2 días sin verter agua en el filtro.

2.4.2. Partes principales del biofiltro de arena.

Las partes principales del biofiltro de arena se presentan en la (ver figura 2), y son descritas a continuación:



Fuente: (CAWST, 2012)

Figura 2. Partes del Biofiltro de arena.



- ✓ **Tapa.-** Es un dispositivo que se coloca en la parte superior del contenedor del filtro para evitar que insectos, moscas, sustancias, etc. entren o caigan en el reservorio del biofiltro. Es muy importante este dispositivo debido a que gracias a este se aislará con el exterior al filtro.
- ✓ **Reservorio.-** Se encuentra en la parte superior del biofiltro, es decir, en donde el agua es vertida para su posterior filtrado; el reservorio en este caso tiene una capacidad aproximada de 12 litros.
- ✓ **Difusor.-** Es un dispositivo metálico que se encuentra en la parte inferior del reservorio, el cual tiene pequeños agujeros para que el agua gotee despacio a través de la arena. El difusor protege también a la parte superior de la arena en la cual se forma la Biocapa.
- ✓ **Agua estancada.-** Cuando el agua deja de fluir por la manguera de salida, debería haber 5 centímetros de agua por encima de la arena para mantener la Biocapa húmeda y evitar que esta se estropee.
- ✓ **Contenedor del filtro.-** Es la estructura en la cual se colocan todos los agregados y dispositivos, el contenedor puede ser construido de hormigón o de plástico, su tamaño puede variar según los requerimientos y necesidades de cada domicilio donde son colocados.
- ✓ **Biocapa.-** Es la capa de arriba de la arena donde viven los pequeños microbios los cuales se comen los agentes patógenos que puede tener el agua a ser filtrada.
- ✓ **Arena de filtración.-** La arena dentro del filtro es la parte más importante debido a que esta ayuda a eliminar todos los agentes patógenos y la suciedad del agua, la arena debe ser preparada para que el filtro funcione correctamente.
- ✓ **Grava de separación.-** La grava de 1/4 pulgadas es colocada antes de la arena para evitar que la arena tapone el tubo de salida al descender la misma por los diferentes estratos.
- ✓ **Grava de drenaje.-** Esta es una grava de 3/4 pulgadas que hace que la grava que se encuentra en la parte superior se mueva y descienda hacia la salida; se coloca esta capa en el fondo del contenedor debido a su tamaño ya que es demasiado grande para meterse en el tubo de salida.
- ✓ **Tubo de salida.-** Este debe estar colocado desde el fondo del contenedor y 5 cm por encima del nivel de la arena para evitar que esta se seque y se dañe la Biocapa que se formará con el tiempo.

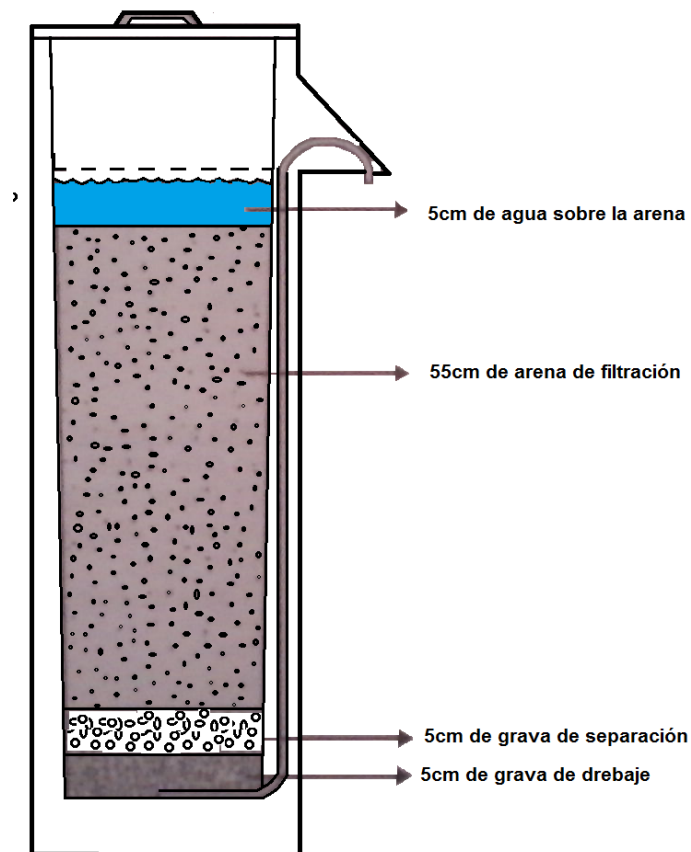
2.4.3. Instalación del biofiltro de arena.

La instalación del biofiltro de arena es fácil y sencilla, lo primero que se debe tener en cuenta es el sitio de ubicación del mismo. A demás se debe observar

que el tubo de salida no esté tapado y que el interior del biofiltro se encuentre limpio. La instalación del filtro se realiza mediante los siguientes pasos (CAWST, 2012):

1. Ubicamos un palo dentro del filtro de modo que este tope el fondo del mismo y dibujamos una línea en el palo hasta donde llegue la parte superior del filtro.
2. Dibujamos otra línea 5cm debajo de la primera línea.
3. Llenamos el filtro con agua hasta la mitad, esto servirá para evitar que se formen bolsas de aire y manchas secas cuando se coloque la grava y la arena. También se ubica una cubeta en el tubo de salida para recoger cualquier gota de agua que saliese.
4. Ponemos la grava de drenaje dentro del filtro hasta alcanzar una altura de 5cm de la misma, la superficie de esta debe ser plana y estar nivelada. Para comprobar que se tiene la altura requerida ubicamos el palo encima de la capa de grava, y la línea del fondo del palo debe estar nivelada con la superficie del filtro.
5. Dibujamos una tercera línea de 5cm debajo de la última.
6. Vertimos grava de separación dentro del filtro hasta alcanzar una profundidad de 5cm de la misma, al igual que la anterior esta debe ser plana y estar nivelada. Para comprobar la altura colocamos el nuevamente el palo dentro del filtro y la tercera línea debe estar alineada con la superficie del filtro.
7. Añadimos la arena de filtración (profundidad de 55cm), se debe tener en cuenta que el agua debe estar siempre por encima de la arena mientras esta es colocada.
8. Se coloca el difusor y se vierte un balde de agua dentro de la parte superior del filtro.
9. Dejar que el agua del filtro fluya hasta que la misma pare, esto podría tardar alrededor de 1 hora o más.
10. Cuando el agua deje de fluir, se comprueba la profundidad del agua sobre la arena, esta debe tener una profundidad de 5cm.
11. Se limpia la parte superior de la arena para que el filtro no se obstruya. La limpieza se realiza ubicando la palma de la mano en la parte superior de la arena y se remueve alrededor de la superficie de la misma. Esta agua se volverá muy sucia.
12. Se retira el agua sucia usando un vaso o un recipiente pequeño, esta agua es desechada. Se repite al procedimiento anterior hasta que el agua en la superficie del filtro este clara.

Al terminar la instalación del filtro, se tendrá las siguientes capas (ver figura 3):



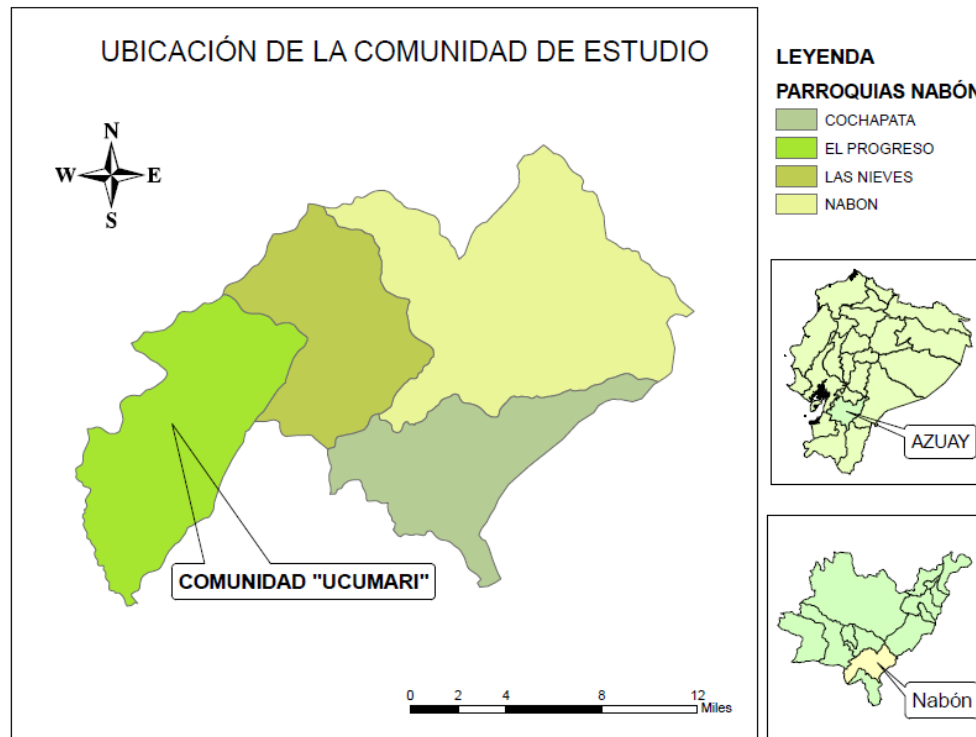
Fuente: (CAWST, 2012)
Elaboración: Juan Vintimilla.

Figura 3. Filtro instalado.

CAPÍTULO 3. EVALUACIÓN Y MEJORA

3.1. Ubicación de la zona de estudio.

El estudio se implementó en 11 casas de la comunidad de Ucumari, perteneciente al cantón Nabón de la provincia del Azuay (ver Mapa 1).



Fuente: Mapas base facilitado por: (Instituto Geográfico Militar, 2013)
 Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Mapa 1. Ubicación del área de estudio.

3.2. Evaluación del biofiltro estándar.

- ✓ Se analiza los materiales usados para la instalación y funcionamiento del biofiltro de arena. Con el fin de determinar si los mismos (arena de filtración, grava de separación y drenaje) cumplen con las recomendaciones del manual, de no haber cumplimiento se analizará el reemplazo de todo el lecho filtrante para el cumplimiento de las características establecidas en el manual CAWST.

Se cree que la grava de separación y drenaje empleado en la instalación del biofiltro estándar, no retienen los finos del lecho filtrante haciéndose que se sedimente en el fondo del biofiltro causando taponamientos en el tubo de salida.



- ✓ Accesorios.- el filtro estándar no tiene ningún accesorio en el tubo de salida, ubicado al fondo del biofiltro, por lo que, se pensó colocar una manguera de recolección para evitar una posible turbulencia y absorción de material filtrante delgado causando taponamientos.
- ✓ Instalaciones.-se analiza que la falta de uso del biofiltro está relacionado con la forma de carga del mismo, por lo que, se requiere instalar una válvula flotadora que haga las veces del usuario automatizando así la carga y el llenado del mismo. Esto a su vez ayuda a proteger la biopelícula, ya que el llenado se hará de forma paulatina y no turbulenta como cuando se llena con un balde.

3.3. Tratamiento del agua – biofiltros de arena

El estudio se implementa en 11 casa de la comunidad de Ucumari, en las mismas se ponen en funcionamiento los biofiltros de arena construidos por el Club Rotario TOMBAMBA, de los cuales se toman muestras de agua para su análisis, estas muestras son tomadas:

- Antes de filtrar (agua cruda)
- Agua filtrada (biofiltro estándar - sin mejoras)
- Agua filtrada (biofiltro mejorado)

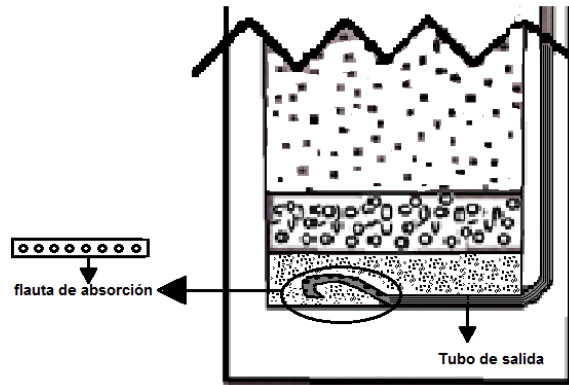
Dentro del estudio, se plantea el uso del proceso de filtración, mediante la aplicación de un biofiltro de arena, el cual tiene como principal objetivo eliminar la presencia de microorganismos presentes en el agua de consumo humano, lo que ayuda a reducir y/o evitar enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de agua contaminada con dichos microorganismos.

A continuación se describen las mejoras propuestas para el mejoramiento del biofiltro estándar:

3.3.1. Instalación de mejoras al biofiltro de arena.

Luego de tomar las muestras de agua filtrada del biofiltro estándar, se procede a la aplicación de las siguientes mejoras dentro del filtro:

- a) Colocación de una flauta de absorción (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.), esta es ubicada al inicio del tubo de salida de agua.



Elaboración: Juan Vintimilla.

Figura 4. Colocación de flauta de absorción.

La función de la flauta de absorción es evitar la formación de remolinos dentro del filtro y evitar el taponamiento en el tubo de salida por la absorción de materiales dentro del mismo.

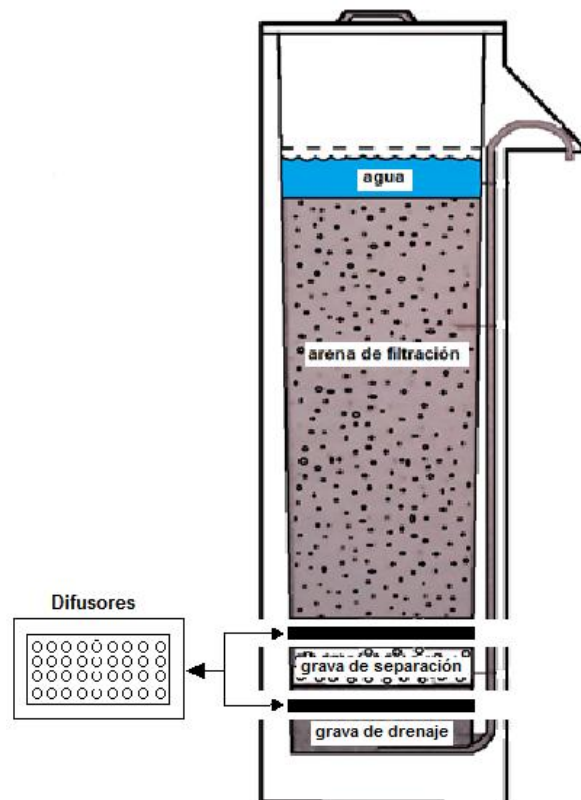


Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 1. Flauta de absorción.

b) Colocación de difusores (ver Figura 5), ubicados entre cada capa.

- 1) arena de filtración y grava de separación,
- 2) grava de separación y grava de drenaje.



Elaboración: Juan Vintimilla.

Figura 5. Instalación de difusores.

La función de estos difusores es evitar la mezcla de los diferentes materiales y evitar taponamientos en el tubo de salida por transferencia del material fino desde la parte superior al fondo del filtro.

c) Reemplazo de la arena de río por arena de cantera (ver Foto 2).



Foto a: arena de río;

foto b: arena de cantera

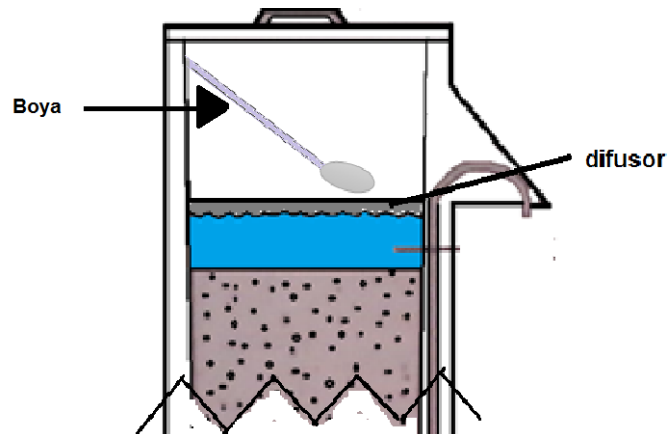
Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 2. Arenas usadas en los biofiltro.

Se realizó el reemplazo de la arena debido a las consideraciones que nos pide el manual de la CAWST, el cual, nos dice que no es recomendable usar para este tipo de filtro arena de río debido a que

puede tener suciedad, hojas, palos y agentes patógenos lo que con lleva más trabajo en limpiarla.

- d) Llenado automático, este consiste en la colocación de una válvula flotadora (ver Figura 6), la cual ayuda en el llenado y cierre automático del agua.



Elaboración: Juan Vintimilla.

Figura 6. Ubicación de la boya en el filtro.

Su función es el llenado paulatino de la superficie del filtro.

3.3.2. Análisis de muestras de agua

Las muestras de agua que se analizan en el laboratorio son tomadas de diferentes fuentes, las mismas que se explican a continuación:

- Agua de la fuente (sin filtrar).- las muestras son tomadas de dos fuente, la primera corresponde al canal de riego y es consumida por algunas familias de la comunidad y la segunda muestra es tomada del agua entubada que abastece a otra parte de la comunidad (ver Foto 3).



Foto derecha: muestra de agua tomada del canal; Foto izquierda: muestra de agua entubada.
Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 3. Toma de muestras de agua desde la fuente.

- Agua filtrada (filtro sin mejora y con mejoras).- estas muestras son tomadas del biofiltro estándar y del mejorado (ver Foto 4).



Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 4. Muestra de agua tomada desde el biofiltro.

Las muestras de agua se analizan en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del municipio de Nabón, de acuerdo a los parámetros de la calidad de agua potable que se muestran en la Tabla 4 y dichos resultados son comparados con la normativa nacional regida por el INEN 1108 y la normativa establecida por la OMS (ver Tabla 4).

3.4. Parámetros de la calidad de agua

Los procedimientos que se aplica en el análisis de las muestras de agua son descritas a continuación:

3.4.1. Parámetros físicos

Los parámetros físicos del agua tienen una relación directa con las condiciones estéticas y de aceptabilidad para el consumo humano. A continuación se describen los parámetros analizados en el laboratorio.

PH

El análisis de pH se realiza mediante un phmetro sensION 1 de Hach, el cual utiliza la electrometría de electrodo selectivo, es decir, son electrodos que se utilizan para medir la concentración de determinado ion en un electrolito. Para hacerlo, mide la diferencia de potencial causada por el contacto del electrodo con el ion en cuestión, respecto de la diferencia de potencial en el electrodo de referencia

Materiales.-



- pHmetro.
- Muestra de agua (50 ml).
- Paño de tela.

Procedimiento.-

Colocar 50 ml de muestra de agua en un vaso de precipitación, con un paño limpiamos el electrodo del pHmetro, lo introducimos en la muestra y procedemos a realizar la lectura en el equipo.

Temperatura.

Se emplea un equipo llamado Conductividad SensION 5, el cual usa el método electrometría con un electrodo conductimétrico, tiene un rango de temperatura de -10°C a 110°C , con una precisión de $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$.

Materiales.-

- 1 vaso
- Muestra de agua (100 ml)
- 1 conductímetro
- 1 paño limpio

Procedimiento.-

En el vaso poner la muestra de agua. Con un paño se limpiar el electrodo del conductímetro. Luego introducir el electrodo en la muestra y realizamos la lectura de la temperatura.

Turbidez.

Para el análisis se utiliza un turbidímetro 2100P de Hach, el emplea un método de medición por coeficientes entre la señal nefelométrica (90°) de la luz difusa y la señal de la luz transmitida teniendo un rango entre 0 y 1000 NTU, trabaja con una lámpara de filamento de tungsteno con una precisión de $\pm 2\%$ de la lectura más la luz difusa en el rango 0-1000 NTU.

1. Llenamos una cubeta de muestras hasta la línea de llenado (15 ml), sujetando la cubeta por la parte superior y tapamos la cubeta.
2. Limpiamos la cubeta con un paño suave y sin pelusa para eliminar las manchas de agua y las huellas de los dedos.
3. Aplicamos una película delgada de aceite de silicona. Limpiamos con un paño suave para obtener una película uniforme sobre toda la superficie.
4. Presione: I/O. Se conectará el instrumento. Ponga el instrumento sobre una superficie plana y estable. No sujete el instrumento mientras se efectúan las mediciones.
5. Introduzca la cubeta de muestras en el compartimento, de modo que el diamante o la marca de orientación de la cubeta, coincida con la de orientación marcada en relieve delante del compartimento de la cubeta. Cierre la tapa.



6. Seleccione el modo de selección manual o automático del rango presionando la tecla RANGE. La pantalla mostrará AUTO RNG si se selecciona el modo de selección automática de rango.
7. Seleccione el modo de medición promediada presionando la tecla SIGNAL AVERAGE. La pantalla mostrará SIG AVG cuando el instrumento está en modo de medición promediada. Utilice este modo de funcionamiento si la muestra provoca una señal ruidosa (la pantalla cambia constantemente).
8. Presione: READ La pantalla mostrará - - - NTU y, a continuación, la turbidez en NTU. Registre la turbidez después que haya desaparecido el icono de la lámpara.

Color.

Para el análisis se usa el equipo Aquatester, el cual es un instrumento visual preciso para pruebas rápidas en laboratorio, el cual es fácil de usarlo ya que trabaja a base de comparaciones con un disco que contiene diversas tonalidades de color y con un rango determinado.

1. Se coloca en un tubo nessler 50 ml de muestra.
2. En otro tubo nessler ponemos 50 ml de agua destilada.
3. Ubicamos ambos tubos nessler en el equipo Aquatester, se deberán ver los tubos, verticalmente hacia abajo. Se ilumina la parte inferior de los tubos, reflejando la luz por medio de una superficie blanca o especular.
4. Se procede a la medición por medio de comparación de color con los discos

Conductividad.

Se emplea el equipo llamado medidor portátil de conductividad sensION 5 de Hach, el mismo, usa el método de electrometría con un electrodo conductimétrico, para el análisis.

1. Verter en un vaso 100 ml de muestra.
2. Con un paño limpiar el sensor del conductímetro.
3. Se introduce el sensor en la muestra.
4. Se procede a medir la conductividad.

S.D.T.

Se utiliza el equipo llamado medidor portátil de conductividad sensION 5 de Hach, el cual, usa el método de electrometría para el análisis.

1. Colocar en un vaso 100 ml de muestra.
2. Con un paño limpiar el sensor del conductímetro.
3. Se introduce el sensor en la muestra.
4. Se procede a medir los Sólidos Disueltos Totales.

Alcalinidad.

Se emplea el método fenolftaleína para el análisis.

1. Tomar 50 ml de muestras. (Mediante probeta de 100 ml)
2. Añadir 6 gotas de indicador de fenolftaleína.
3. Si no hay cambio de coloración continuar con el numeral 6. Anotar **P=0**.
4. Si la muestra se torna de color rosado titular con ácido sulfúrico 0.02 N hasta decoloración.
5. Multiplicar el número de mililitros gastados de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0.02 N por 20 para obtener los mg/lit como CaCO₃ de alcalinidad **P**.
6. Añadir 6 gotas de verde de bromocresol.
7. Continuar con la titulación con el mismo ácido sulfúrico hasta que el color cambie de verde- azul a rosado.
8. Multiplicar el número de mililitros gastados de ácido sulfúrico 0.02 N por 20 para obtener los mg/lit de alcalinidad total **M** como CaCO₃.

Estos valores de **P y M** nos permiten obtener la alcalinidad debida a bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos expresados como CaCO₃, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 3. Parámetros de acuerdo a la norma INEN para agua potable.

ALCALINIDAD P Y M	HIDROXIDOS CaCO ₃ mg/lit	CARBONATOS CaCO ₃ mg/lit	BICARBONATOS CaCO ₃ mg/lit
P = 0	0	0	M
P = M	M	0	0
P = 1/2 M	0	M	0
P 1/2 M	0	2P	M-2P
P 1/2 M	2P-M	2(M-P)	0

ALCALINIDAD TOTAL (M) = 0 - 250 mg/lit (límite deseable).

0 - 370 mg/lit (límite máximo permisible).

ALCALINIDAD POR HIDROXIDOS = 0 mg/lit.

Dureza Total.

Se emplea el método de titulación con Ácido Sulfúrico para el análisis.

1. Colocar en un vaso 50ml de muestra.
2. Añadir 6 gotas de solución buffer, agitar y mezclar.
3. Colocar un cojín de MANVER 2 y agitar una solución roja indicara la presencia de dureza.
4. Titular con Ácido Sulfúrico hasta cambio a color azul.
5. Multiplicar el número de mililitros gastados de Ácido Sulfúrico por 20 para obtener los mg/lit de dureza total como CaCO₃.

Dureza Cálcica.

Se emplea el método de titulación con EDTA (Ácido Etilendiaminotetraacético) para el análisis.

1. Colocar en un vaso 50ml de muestra.
2. Añadir 6 gotas de hidróxido de potasio 8 N, agitar para mezclar.
3. Colocar un cojín de CALVER 2 y agitar.
4. Titular con EDTA hasta un cambio azul puro.
5. Multiplicar el número de mililitros gastados EDTA por 20 para obtener los mg/lit de dureza total como CaCO_3 .

Dureza Magnésica.

Se obtiene por la resta de la dureza total menos la dureza cálcica.

3.4.2. Parámetros químicos.

El hierro, fósforo, manganeso, nitrato, nitrito, amoníaco, sulfatos, flúor, se relacionan con los riesgos para la salud, asociados a los componentes químicos presentes en el agua de consumo y su capacidad de producir efectos adversos sobre la salud tras una exposición prolonga. Los parámetros químicos se analizaron en el laboratorio de Control de Agua del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del municipio de Nabón, para el cual se empleó un Espectrofotómetro DR 2800 de Hach, ya que, tiene una amplia gama de métodos de análisis de agua pre-programados. (Ver Foto 5).

3.4.2.1. Espectrofotómetro DR2800

El equipo funciona por medio de una lámpara de tungsteno, con un rango de longitud de onda entre los 340 a 900 nm, ancho de la banda del espectro 5 nm una precisión de $\pm 1.5\text{nm}$, se auto calibra y la selección es automática basada en el método seleccionado.



Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 5. Equipo empleado para los análisis químicos.



3.4.2.2. Procedimientos para el análisis de los parámetros químicos.

Hierro.

La determinación se realiza mediante el método FerroVer, el cual es aplicado para agua, agua residual y agua de mar.

Materiales.-

- Reactivo ferroVer en polvo (1 sobre)
- Cubetas de análisis, cuadrada de 1 pulgada (10 ml)
- Muestra de agua (20 ml)

Procedimiento

En una cubeta de análisis se coloca 10 ml de la muestra de agua y añadir el reactivo, agitar con rotación, para mezclar. Luego se deja reposar por un lapso de 3 minutos (reacción), entonces se preparar el blanco, para este llenar una cubeta de análisis con la muestra (10 ml). Finalmente colocar el blanco en el soporte porta cubetas del equipo, el cual debe indicar 0,00 mg/L Fe; luego ubicar la cubeta que contiene la muestra, hacer la medición para obtenerla concentración de hierro en la muestra.

Fosfatos.

El análisis se realiza mediante el método de ácido ascórbico.

Materiales.-

- Reactivo de fosfato PhosVer3 en polvo (1 sobre)
- Cubetas de análisis cuadrada de 1 pulgada (10 ml)
- Tapón para cubeta
- Muestra de agua (20 ml)

Procedimiento.-

Llenar la cubeta de análisis con la muestra de agua (10 ml), posteriormente verter el sobre del reactivo sobre este y tapar inmediatamente. Agitar la mezcla durante 30 segundos y dejar reposar por 2 minutos para que reaccione la mezcla. Por último preparar el blanco (usar 10 ml de la muestra en una cubeta), colocar en el equipo (para el encendido), la pantalla mostrara 0,00 mg/l PO_4^{3-} . Finalmente colocar la cubeta con la muestra de agua en el equipo y medir, resultando la concentración de fósforo en la muestra de agua.

Manganeso

El análisis se realiza mediante el método PAN.

Materiales.-

- Solución de reactivo de cianuro alcalino (12 gotas)
- Ácido ascórbico en polvo (1 sobre)



- Solución indicadora PAN 0,1% (12 gotas)
- Agua des ionizada (10 ml)
- Cubetas de análisis, cuadrada, de 1 pulgada (10 ml)
- Tapón para cubeta
- Muestra de agua (10 ml)

Procedimiento.-

Iniciar con la preparación del blanco, (llenar una cubeta de análisis con 10 ml de agua des ionizada). Luego preparar la muestra de agua, para este llenar 10 ml de muestra en la cubeta de análisis. A cada cubeta colocar un sobre de ácido ascórbico, tapar e invertir con cuidado para disolver el polvo. Posteriormente añadir 12 gotas de solución de cianuro alcalino a cada cubeta, agitar y mezclar. Por último añadir 12 gotas de solución indicadora PAN, a cada cubeta, agitar y mezclar. Dejar reposar la mezcla por 2 minutos. Para el encendido del equipo colocar la cubeta con el blanco y la pantalla indicara 0,000 mg/L Mn, y después ubicar la cubeta con la muestra en la porta cubetas y realizar la medición para obtener la concentración de manganeso, si este existiera.

Nitrato.

Se emplea el método de reducción de cadmio para el análisis.

Materiales.-

- Reactivo nitrato Nitra Ver 5 en polvo (1 sobre)
- Cubetas de análisis, cuadrada, de una pulgada (10 ml)
- Muestra de agua (10 ml)

Procedimiento.-

Verter en la cubeta de análisis 10 ml de muestra de agua, añadir el sobre del reactivo nitrato Nitra Ver 5 y tapar. Luego agitar por un minuto y dejar reposar por 5 minutos más. Si existe presencia de nitrato la mezcla se tornara un color ámbar. Posteriormente, preparar el blanco (10 ml de muestra en una cubeta). Colocar la cubeta con el blanco en el porta cubetas del equipo para el encendido. Por último colocar la cubeta con la muestra y se hace la medición. La concentración aparece en mg/L $\text{NO}_3^- \text{N}$.

Nitrito

Se aplica el método diazotación en el análisis. Es el proceso químico mediante el cual una amina aromática primaria rompe su cadena cíclica para convertirse en un compuesto de diazonio. Esta reacción tiene lugar entre una amina primaria aromática y NaNO_2 en presencia de HCl y H_2SO_4 para formar una sal de diazonio. Estos compuestos son indispensables intermedios para la formación de pigmentos azo y son muy útiles para reemplazar un grupo amino por un grupo hidroxilo, halógeno etc (García, 2013).

**Materiales.-**

- Reactivo nitrito NitríVer 3 en polvo (1 sobre)
- Cubeta de análisis, cuadrada, de una pulgada (10 ml)
- Muestra de agua (10ml)

Procedimiento.-

Llenar una cubeta con 10 ml de muestra de agua, poner el sobre del reactivo nitrito NitríVer 3, agitar con rotación para mezclar. Dejar reposar la muestra por un periodo de 20 minutos. Preparar el blanco (10 ml de muestra en una cubeta), y colocar en el equipo para el encerado del mismo, finalmente colocar la cubeta con la muestra y medir la concentración ($\text{mg/L NO}_2^- \text{-N}$).

Nitrógeno amoniacal

El análisis se realiza mediante el método Nessler.

Materiales.-

- 1 Set de reactivos para nitrógeno amoniacal
- Agua des ionizada (25 ml)
- Tubo mezclador, graduado (2)
- 2 cubetas de análisis, cuadradas, de una pulgada, emparejadas (10 ml)
- 2 pipetas, serológica (1 ml)

Procedimiento.-

Llenar un tubo mezclador graduado con 25 ml de la muestra de agua y otro con 25 ml de agua des ionizada (para el blanco). En los dos tubos añadir tres gotas de estabilizante mineral, tapar y agitar varias veces para mezclar. Luego añadir tres gotas de agente dispersante alcohol polivinílico, tapar y agitar varias veces. Pipetear 1,0 ml de reactivo Nessler en cada tubo, tapar y agitar varias veces. Dejar reposar por un minuto, transcurrido dicho tiempo colocar 10 ml de las mezclas en cada cubeta. Se coloca la cubeta con el agua des ionizada en el porta cubetas para el encerado y finalmente se coloca la cubeta con la muestra de agua y realizar la medición. El equipo reporta los resultados en $\text{mg/L NH}_3\text{-N}$.

Flúor.

El análisis se realiza mediante el método SPADNS.

Materiales.-

- SPADNS Reactivo Solución 4 ml.
- Agua des ionizada (10 ml).
- Pipeta volumétrica de 2 ml.
- Pipeta volumétrica de 10 ml.



- Pera de absorción.
- Cubetas cuadradas de 10 ml.
- Agua de muestra (10ml).

Procedimiento.-

Pulsamos en programas almacenados, seleccionamos la prueba. Preparamos la muestra pipeteando 10,0 ml de la muestra en una cubeta cuadrada seca, para la preparación del blanco pipeteamos 10,0 ml de agua des ionizada en una segunda cubeta cuadrada seca; con cuidado colocamos 2,0 ml de SPADNS reactivo en cada de las cubetas, agitamos para mezclar. Pulsamos el TIMER> y aceptamos. Esperamos un minuto para que comience a reacción. Cuando el temporizador expira, insertamos el blanco en el soporte de la celda con la línea de llenado mirando hacia la derecha. Pulse ZERO. La pantalla mostrará: 0,00 mg/LF-. Insertamos la muestra preparada en el soporte de celda con la línea de llenado mirando hacia la derecha. Pulsamos READ. Los resultados están en mg / L F-.

Sulfatos.

El análisis se realiza mediante el método SulfaVer 4.

Materiales.-

- Reactivo SulfaVer 4.
- Vaso de 50ml.
- Cubeta para la muestra, redonda de 10ml, con tapón.
- 2 cubetas cuadradas de 10 ml.

Procedimiento.-

Pulsamos en programas almacenados, seleccionamos la prueba, llenamos una cubeta cuadrada con 10 ml de muestra, una vez colocada la muestra añadimos el contenido de un sobre de SulfaVer 4 a la cubeta de muestra. Agitamos vigorosamente para disolver el polvo, se presentara turbidez blanca si sulfatos están presentes. Pulsamos TIMER> Aceptar. Un período de reacción de cinco minutos comenzará. Para la preparación del blanco llenamos una segunda cubeta cuadrada con 10 ml de muestra y cuando el temporizador expira, insertamos el blanco en el soporte de la celda con la línea de llenado mirando hacia la derecha. Pulse ZERO, la pantalla mostrará: 0mg/LSO4⁻. A los cinco minutos después de que expire el temporizador, insertamos el preparado en el porta cubetas con la línea de llenado mirando hacia la derecha. Pulsamos READ. Los resultados son en mg/LSO4⁻.

3.4.3. Parámetros bacteriológicos.

Los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales, ya que estos pueden ser



fuentes de patógenos, como bacterias, virus, protozoos y helmintos. Por lo que el agua actúa como fuente de transmisión, a continuación se describen los parámetros analizados en el laboratorio.

Coliformes totales.

El análisis se realiza mediante el método filtración por membrana.

Materiales.-

- Bomba de vacío 15 cm Hg y < 25 Bar de presión.
- Filtros de membrana, poro de 0,45 µm, superficie cuadrículada, que retengan los organismos a ser cultivados, estables, libres de químicos que puedan inhibir o estimular el desarrollo microbiano, resistentes a la filtración.
- Vasos de filtración de 47 mm de diámetro sin recipiente inferior.
- Placas Petri plásticas estériles de 47 mm. de diámetro.
- Pinzas.

Procedimiento.-

1. Remover el vaso estéril de muestreo del dispositivo de filtración. Se coloca el dispositivo de filtración mirando hacia arriba en el frasco de vacío y sitúa en la base del equipo.
2. Se deja fluir durante un minuto el agua que desea analizar y luego se toma la muestra de agua con el vaso estéril. Se debe tener cuidado de no introducir materiales extraños.
3. Aflojamos el tubo de filtración de su base pero sin sacarlo. Usando las pinzas de base plana (flameados con el encendedor de gas), removemos cuidadosamente un filtro de membrana de su empaque estéril.
4. Sujetamos la membrana sólo del borde, colocamos sobre la base de soporte de bronce con el reticulado mirando hacia arriba. Sólo será necesario remover el tubo de filtración momentáneamente para esto.
5. Aseguramos la membrana en su lugar mediante el tubo de filtración y el collarín.
6. Ponemos la muestra hasta la marca seleccionada dentro del tubo de filtración (100 ml).
7. Se inserta el conector de plástico del bombín de vacío al agujero de la base del filtro y al bombear se genera vacío facilitando la filtración y retención de microorganismos. Finalmente, removemos el bombín de vacío.
8. Removemos el tubo de filtración. Levantamos el filtro de membrana de la base de filtración sujetando su borde con la punta esterilizada de las pinzas.
9. Evitando rozar la membrana con cualquier objeto, colocamos con el cuadrículado hacia arriba sobre una almohadilla saturada en medio de cultivo (m-ColiBlue24) dentro de una placa petri reusable de aluminio.



10. Tenemos cuidado de no dejar burbujas de aire entre la membrana y la almohadilla con medio de cultivo (m-Colible24). Colocamos la tapa de la placa petrí y escribimos en ella el código de la muestra.
11. Colocamos la placa petrí con la tapa hacia arriba en el fondo del sujetador de placas. Introducimos el conjunto nuevamente en el bloque de incubación. Prendemos la incubadora a 37 °C y finalmente tapamos la incubadora.
12. Esperamos 24 horas para realizar el conteo.
13. Realizamos el conteo tomando en cuenta que los coliformes totales de presentan en colonias de color rojo.
14. Anotamos los resultados obtenidos en la ficha de análisis.

Coliformes fecales.

El análisis se realiza mediante el método filtración por membrana.

Materiales.-

- Bomba de vacío 15 cm Hg y < 25 Bar de presión.
- Filtros de membrana, poro de 0,45 µm, superficie cuadrículada, que retengan los organismos a ser cultivados, estables, libres de químicos que puedan inhibir o estimular el desarrollo microbiano, resistentes a la filtración.
- Vasos de filtración de 47 mm de diámetro sin recipiente inferior.
- Placas Petrí plásticas estériles de 47 mm. de diámetro.
- Pinzas.

Procedimiento.-

1. Remover el vaso estéril de muestreo del dispositivo de filtración. Se coloca el dispositivo de filtración mirando hacia arriba en el frasco de vacío y sitúa en la base del equipo.
2. Se deja fluir durante un minuto el agua que desea analizar y luego se toma la muestra de agua con el vaso estéril. Se debe tener cuidado de no introducir materiales extraños.
3. Aflojamos el tubo de filtración de su base pero sin sacarlo. Usando las pinzas de base plana (flameados con el encendedor de gas), removemos cuidadosamente un filtro de membrana de su empaque estéril.
4. Sujetamos la membrana sólo del borde, colocamos sobre la base de soporte de bronce con el reticulado mirando hacia arriba. Sólo será necesario remover el tubo de filtración momentáneamente para esto.
5. Aseguramos la membrana en su lugar mediante el tubo de filtración y el collarín.
6. Ponemos la muestra hasta la marca seleccionada dentro del tubo de filtración (100 ml ó 50 ml).
7. Se inserta el conector de plástico del bombín de vacío al agujero de la base del filtro y al bombear se generara vacío facilitando la filtración y

- retención de microorganismos. Finalmente, removemos el bombín de vacío.
8. Removemos el tubo de filtración. Levantamos el filtro de membrana de la base de filtración sujetando su borde con la punta esterilizada de las pinzas.
 9. Evitando rozar la membrana con cualquier objeto, colocamos con el cuadrículado hacia arriba sobre una almohadilla saturada en medio de cultivo (m-Colible24) dentro de una placa petrí reusable de aluminio.
 10. Tenemos cuidado de no dejar burbujas de aire entre la membrana y la almohadilla con medio de cultivo (m-Colible24). Colocamos la tapa de la placa petrí y escribimos en ella el código de la muestra.
 11. Colocamos la placa petrí con la tapa hacia arriba en el fondo del sujetador de placas. Introducimos el conjunto nuevamente en el bloque de incubación. Prendemos la incubadora a 37 °C y finalmente tapamos la incubadora.
 12. Esperamos 24 horas para realizar el conteo.
 13. Realizamos el conteo tomando en cuenta que los coliformes fecales de presentan en colonias de color azul.
 14. Anotamos los resultados obtenidos en la ficha de análisis.

Tabla 4. Parámetros analizados en el laboratorio.

Parámetros	Normativa			
	INEN		OMS	
	Límites permisibles	Unidades	Límites permisibles	Unidades
Físicos				
pH	6,5 – 8,5	-		
Turbidez	5	NTU		
S.D.T	1000	mg/l		
Color	15	UTC		
Conductividad	-	µg/cm		
Alcalinidad	370	-		
Dureza total	0-300	mg/l		
Dureza cálcica	0-200	mg/l		
Dureza magnésica	0-100	mg/l		
Temperatura	-	°C		
Químicos				
Hierro	0,3	mg/l	0,3	mg/l
Manganeso	0,1	mg/l	0,15	mg/l
Amoníaco	1,2	mg/l	1,5	mg/l
Nitratos	50	mg/l	50	µg/l
Nitritos	0,2	mg/l	0,3	µg/l
Sulfatos	200	mg/l	-	-
Flúor	1,5	mg/l	1,5	mg/l
Fosfatos	0,3	mg/l	-	-
Microbiológicos				
Coliformes totales	Ausencias	-	Ausencia	-
Coliformes fecales	Ausencia	-	Ausencia	-

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.



La norma INEN 1108, es una Norma Técnica Ecuatoriana que establece los requisitos que debe cumplir el agua potable para consumo humano (INEN, 2011).

3.5. Estudio socio-cultural.

El desarrollo de recursos trae consigo cambios. El Proyecto de **Evaluación y Mejora de los biofiltros de arena en la comunidad de Ucumari, parroquia el Progreso, cantón Nabón** tienen el potencial de impactar de manera positiva al ambiente, comunidad y la economía para satisfacer sus necesidades.

Hay muchas expectativas de crecimiento de los desarrolladores de recursos en el área de desempeño social por parte de las comunidades y los gobiernos. La evaluación del impacto social es un proceso importante que ayuda a entender y responder a los cambios obteniendo mejores resultados para la sociedad.

Un proyecto de esta naturaleza, para propiciar la generación de efectos e impactos, debe tomar en cuenta que las labores relacionadas con el agua y saneamiento, por lo general, se desarrollan en el ámbito privado de cada núcleo familiar, por lo que es necesario el planeamiento de actividades de seguimiento más precisas que incluyan este espacio individual (familiar) y comunal.

La propuesta de biofiltros fue concebida como una alternativa para el abastecimiento de agua segura en comunidades alejadas y dispersas del cantón Nabón, lo cual es válido si se pretende alcanzar un mayor efecto en proyectos basados principalmente en la dotación de los biofiltros a las familias. Sin embargo, para que este efecto pueda tener elementos favorables que propicien la generación de impactos futuros, es indispensable hacer un seguimiento preciso, por un determinado tiempo, en las familias.

Otro elemento importante para el buen desarrollo de este proyecto es el compromiso de la población, asumido tanto individualmente como en las organizaciones privadas y públicas. Este compromiso permitió la ejecución del proyecto pero dejó la sensación de que debieron abordarse con mayor precisión los aspectos de concertación local y de trabajo multisectorial.

Luego de la culminación de este proyecto ha permitido observar que la misma población presentó numerosas propuestas y posibilidades de mejoramiento del proyecto y que en ocasiones no fueron tomadas en cuenta por no ser “técnicas”, pero que dan soluciones frente a los problemas que enfrentan.

Finalizamos estas líneas anotando que el proyecto de **Evaluación y Mejora de los biofiltros de arena en la comunidad de Ucumari, parroquia el Progreso, cantón Nabón**, demuestra que el abastecimiento de agua segura a partir de una propuesta de biofiltros purificadores de agua, en opinión de la población y según los estudios realizados, es una opción válida y eficaz, pero




que requiere la participación activa de los miembros que pertenecen a cada grupo familiar además de las instituciones que podrían impulsar estos procesos como los entes públicos y privados. La experiencia del proyecto también nos permite visualizar otras posibilidades sencillas para que las familias de los hogares tengan acceso a una mejor calidad del agua de manera permanente. Pero, cualquiera sea la propuesta, es indispensable la concertación local para evitar que el abastecimiento de agua y la promoción de actividades de saneamiento sea solo temporal, como ha sucedido en muchos proyectos sociales. Se trata de proponer y desarrollar alternativas a los problemas de saneamiento que sean viables y que puedan mantenerse a largo plazo. Solo así podremos estar seguros de contribuir a la mejora sostenible de la calidad de vida de nuestra población.

Por todo lo antes mencionado, se evalúa el conocimiento y grado de satisfacción de la población de la comunidad relacionado a los biofiltros de arena, mediante el uso de encuestas (ver Figura 7).



Figura 7. Diseño de encuesta realizada a la población de Ucumari.

UNIVERSIDAD DE CUENCA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

☐ Menos de un mes

☐ De uno a tres meses

☐ De tres a seis meses

☐ Más de seis meses

☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

☐ Asamblea de la comunidad

☐ Periódico

☐ Amigos, colegas o contactos

☐ No la conozco

☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

☐ Todos los días

☐ Una o más veces a la semana

☐ Dos o tres veces al mes

☐ Una vez al mes

☐ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☐ 10 ☐ N/A

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

☐ Mucho mejor

☐ Algo Mejor

☐ Más o menos igual

☐ Algo peor


☐ Mucho peor

☐ No lo sé

ENCUESTADOR: JUAN VIINTIMILLA

1

UNIVERSIDAD DE CUENCA
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

☐ Sí

☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

☐ Sí

☐ No

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

☐ Seguro que sí

☐ Probablemente sí

☐ Puede que sí, puede que no

☐ Probablemente no

☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

ENCUESTADOR: JUAN VIINTIMILLA

2

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados del análisis socio cultural realizado en la comunidad.

Además se muestran los resultados obtenidos en los estudios realizados a las muestras de agua (sin filtrar y filtrada), y el análisis efectuadas a las mismas.

4.1. Análisis

La comunidad de Ucumari pertenece al cantón Nabón (provincia del Azuay). En esta comunidad sus habitantes realizan actividades relacionadas principalmente con la agricultura y ganadería.

Entre las principales necesidades que se presentan dicha comunidad es la falta de agua potable para el consumo de sus habitantes. Esta problemática con llevo al Gobierno Autónomo Descentralizado de Nabón conjuntamente con la Universidad de Cuenca y el Club Rotario, a firmar un convenio tripartito para la donación, instalación y seguimiento de biofiltros de arena los cuales ayudarían a mejorar el agua de consumo para los pobladores. Los biofiltros de arena fueron instalados a lo largo del cantón, siendo uno de los beneficiados la comunidad de Ucumari, en donde se instalaron 11 biofiltros.

Del total de biofiltros instalados en dicha comunidad, al inicio del estudio se encontraron en funcionamiento 2 de estos. Los restantes se encontraron fuera de uso por diferentes problemas presentados como: taponamientos, ruptura de la estructura y falta de uso como se observa en las fotos (ver Foto 6, Foto 7, Foto 8).



Ruptura de la estructura

Fotografiada por: Juan Vintimilla, 2015.

Foto 6. Estructura de biofiltro de arena rota.



Presencia de
humedad y moho
en el biofiltro

Fotografiada por: Juan Vintimilla, 2015.

Foto 7. Biofiltro manipulado y en mal funcionamiento.



Fotografiada por: Juan Vintimilla, 2015.

Foto 8. Biofiltro destruido.

Al presentarse un porcentaje mayor al 80% de biofiltros fuera de uso, nos llevó a realizar un estudio a los usuarios de los biofiltros en la comunidad. Dicho estudio tuvo como finalidad analizar las necesidades, conocimientos sobre el funcionamiento y uso del biofiltro y opiniones del mismo.

Para la realización del estudio se emplearon encuestas (ver Figura 7), las mismas que fueron hechas en la asamblea de la comunidad el día 22 de enero de 2015 (ver Foto 9), obteniéndose los siguientes resultados:

➤ **¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?**

Sobre el tiempo en que el usuario utilizó el biofiltro de arena (ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.1), el 33% de las respuestas indican que este nunca fue usado; y el 67,7% lo usó alguna vez.

Pero solo un 25% del total de encuestas realizadas usan el biofiltro de arena más de 6 meses, este porcentaje representa a 2 biofiltros instalados en los domicilios de los comuneros dentro del proyecto.



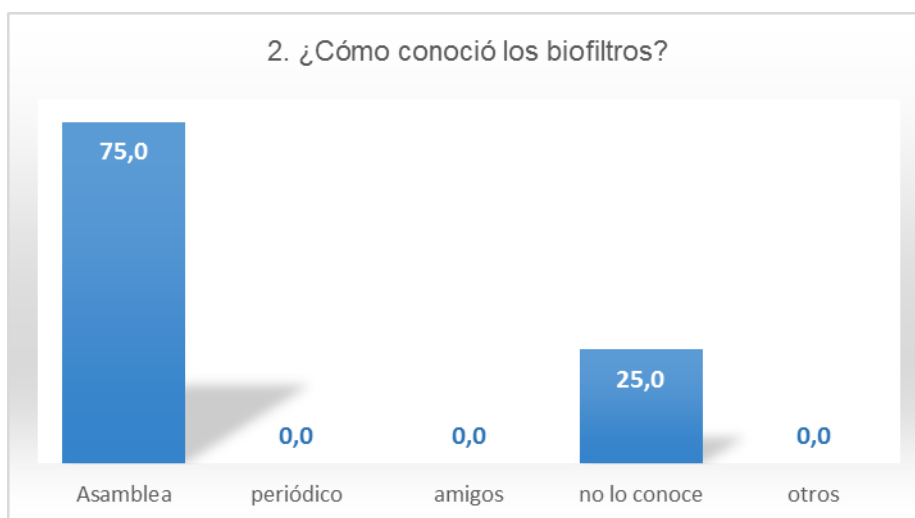
Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 1. Resultados, pregunta 1 de la encuesta.

➤ 2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

Los resultados a esta pregunta, muestran que el 75% de la población conocieron y se informaron sobre los biofiltros en la asamblea de la comunidad y el 25% desconoce aún de ellos (ver Gráfico 2).

Estos porcentajes nos indican que existe conocimiento de los biofiltros de arena entre los pobladores.



Elaboración: Juan Vintimilla.

Gráfico 2. Resultados, pregunta 2 de las encuestas.

➤ 3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

En cuanto a la frecuencia del uso del biofiltro el 58% de las encuestas realizadas lo usaron toda la semana y el restante lo uso alguna vez o nunca lo hizo (ver Gráfico 3).

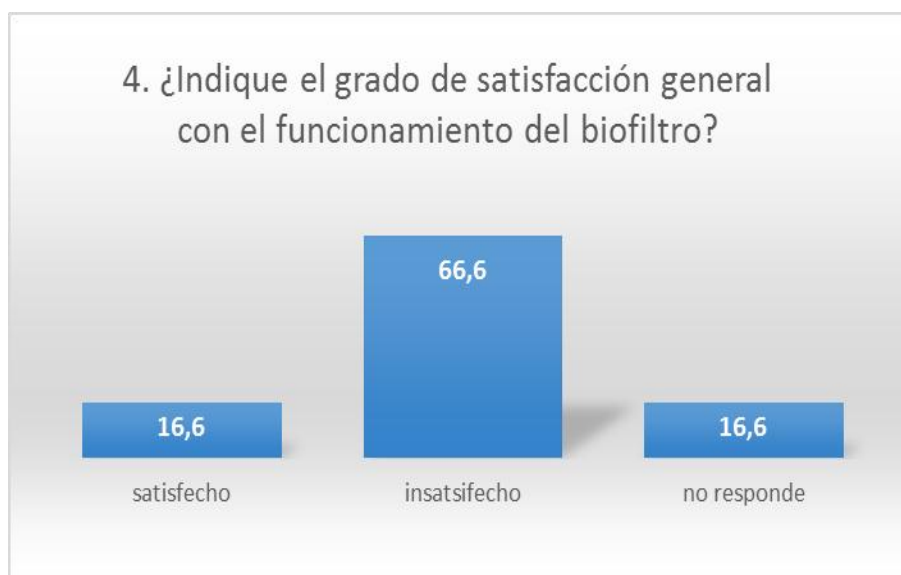


Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 3. Resultados, pregunta 3 de la encuesta.

- **4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.**

El 66% de la población se encuentra insatisfecho con el funcionamiento del biofiltro y solo un 16% de la misma está satisfecha, este porcentaje representa a las personas que usan diariamente el biofiltro de arena, mientras que el 66% representa a las familias que usaron por una semana o un mes el biofiltro.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 4. Resultados, pregunta 4 de la encuesta.

➤ **5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...**

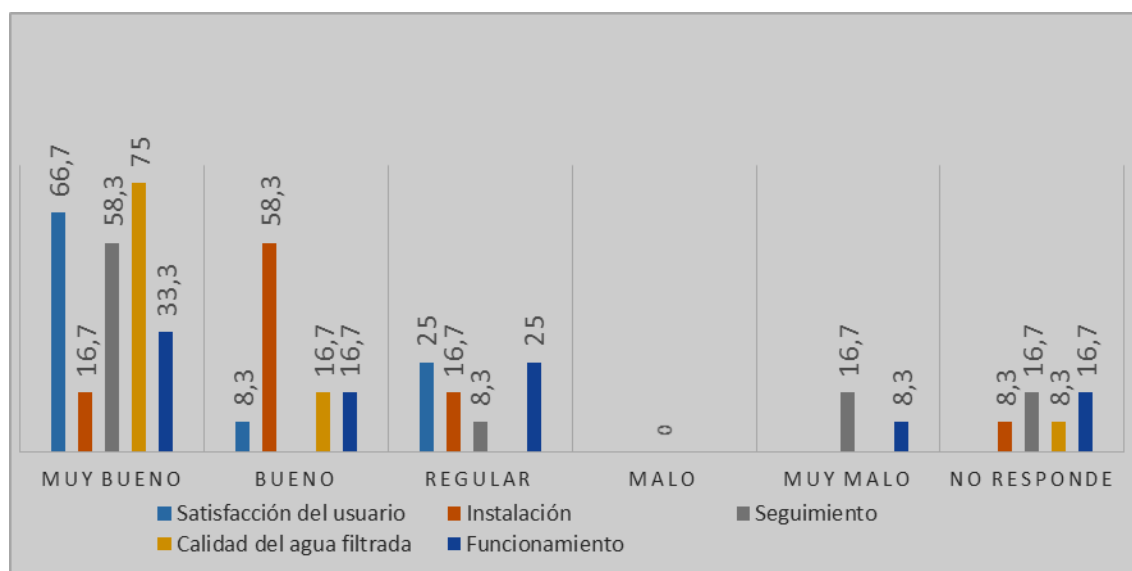
Un alto porcentaje de la población (alrededor del 91%), están de acuerdo a que la calidad de agua filtrada es mejor al agua de la fuente, por lo que se puede relacionar al funcionamiento del biofiltro con la falta de uso del mismo por la población.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 5. Resultados, pregunta 5 de la encuesta.

➤ **6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro.**



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 6. Resultados, pregunta 6 de la encuesta.

La satisfacción de usuario tiene un 66.7% en relación con el número de biofiltros en funcionamiento, lo que quiere decir, que a pesar de que solo 2 filtros funcionaron correctamente por un tiempo de 6 meses, el resto de usuarios también se encontraban satisfechos a pesar del poco tiempo que les sirvió el biofiltro.

La calidad del agua filtrada mejor considerablemente en un 75%.

La instalación tiene 58.3% lo que dentro de la escala es buena, a esto se lo puede atribuir a los problemas de taponamientos que ya existían en los biofiltros antes de ser instalados.

El funcionamiento se relaciono con los problemas post instalación que se encontraron, dándonos que solo un 33% estaba de acuerdo con el funcionamiento.

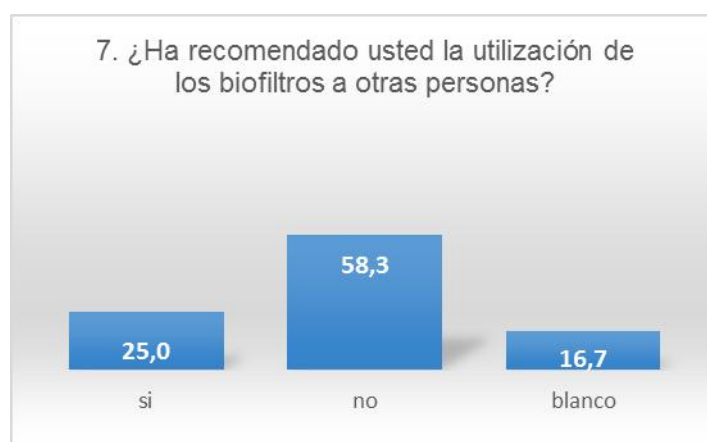
El seguimiento es calificado como bueno con un 58.3%, dado que se estuvo en constante observación el funcionamiento de los biofiltros.

➤ **7. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?**

➤ **8. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?**

Tan solo un 25% de la población recomendó o recomendaría el uso del biofiltro a otras personas (ver Gráfico 7). Dicho porcentaje se relaciona directamente con el número de biofiltros que se encontraron en funcionamiento al inicio del estudio.

Mientras que entre un 40% y 60% no lo recomendarían, este porcentaje está relacionado con la pregunta 4, en donde un alto porcentaje de la población se encuentra insatisfecha con el funcionamiento del biofiltro de arena. Lo que justifica que un alto porcentaje de biofiltros estén fuera de funcionamiento.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 7. Resultados, pregunta 7 de la encuesta.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 8. Resultados, pregunta 8 de la encuesta.

➤ **9. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?**

En cuanto a la reutilización del biofiltro en sus casas un porcentaje representativo está aun dudoso del mismo (50%), el 32% está de acuerdo a volver a usarlo y un 16% probablemente no lo volvería a usar, los resultados de pueden observar en el (Gráfico 9.)



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 9. Resultados, pregunta 9 de la encuesta.

➤ **10. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?**

Finalmente entre los comentarios realizados por los comuneros sobre los biofiltros, los mismos comentan que se debería colocar una manguera para el llenado del tanque, además de un recolector de agua,

y su estructura debe ser más liviana. Además se hizo la solicitud de la instalación de un biofiltro para la escuela de la comunidad.



Fotografiada por: Juan Vintimilla, 2015.

Foto 9. Asamblea de la comunidad – encuestados.

Nota.- Las encuestas realizadas se presentan en el Anexo 1.

4.2. Resultados del análisis de la calidad de agua.

4.2.1. Análisis de agua sin filtrar.

Las muestras de agua para el análisis de agua en el laboratorio del GAD de Nabón, fueron tomados en los canales de riego (estos representan la fuente primaria de consumo de agua en la comunidad; ver Foto 10) y en las tuberías instaladas (el agua proviene desde los canales de riego y captaciones de las partes altas de la comunidad).



Fotografiada por: Juan Vintimilla

Foto 10. Muestra de agua tomada en el canal de riego.

A continuación se presentan los resultados del análisis de agua, los mismos que se realizaron directamente del canal de riego o de la vertiente de la cual los pobladores se abastecen del líquido vital.

En la *Tabla 5*, se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio del Gobierno Autónomo Descentralizado del municipio de Nabón, en donde se observa la presencia de Coliformes fecales y totales en el agua de consumo, lo que representa un foco de infección de enfermedades gastrointestinales relacionadas con el agua.

Las posibles causas que se relacionan a la contaminación de la fuente de agua del canal de riego, está relacionada con la ganadería y la falta de saneamiento básico dentro de la comunidad. Al presentarse la lluvia, sucede un fenómeno natural como la escorrentía, la misma, lava el suelo arrastrando todo lo que se encuentra en él, como por ejemplo: heces fecales de animales y personas, basuras, restos de fertilizantes, etc.

Tabla 5. Análisis de agua sin filtrar.

Parámetros	Muestras tomadas de la fuente		UNIDADES
	15/01/2015	03/09/2014	
	Quebrada Pucarumi Agua de canal (Sra. Campoverde)	Vertiente Corralitos. Agua entubada (Sr. Peñaloza)	
Físicos			
pH	8,4	8,1	-
Temperatura	21	19,7	-
Turbidez	5,84	0,71	NTU
Color	15	10	UTC
Conductividad	60,1	13,11	-
S.D.T	31,5	4,3	mg/l
Alcalinidad	74	110	-
Dureza total	54	88	mg/l
Dureza cálcica	40	62	mg/l
Dureza magnésica	14	26	mg/l
Químicos			
Hierro	0,09	0,06	mg/l
Manganeso	0,025	0,01	mg/l
Amoníaco	0,28	0,12	mg/l
Nitratos	0,3	4,2	mg/l
Nitritos	0,004	0,051	mg/l
Sulfatos	0	1	mg/l
Flúor	0,36	1,05	mg/l
Fosfatos	0,12	0,18	mg/l
Microbiológicos			
Coliformes totales	32	8	Ausencia
Coliformes fecales	1	0	Ausencia

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Tabla 6. Simbología.

SIMBOLOGÍA	
Sobre L.M.P.	
-	A dimensional
NTU	Unidad Nefelométrica de Turbidez
UTC	Unidades de Color Verdadero
mg/l	Miligramos sobre litro
S.D.T.	Sólidos Disueltos Totales

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

4.2.2. Análisis de agua filtrada (biofiltro de arena estándar).

Las muestras de agua fueron tomadas de 2 casas de la comunidad, en donde funcionan y se mantienen los biofiltros de arena instalados (ver Foto 11).



Fotografiada por: Juan Vintimilla, 2015.

Foto 11. Toma de muestra de agua del biofiltro en uso.

La Tabla 7. Análisis de agua filtrada (biofiltro estándar)., presenta los resultados del análisis de agua tomada del biofiltro estándar, en donde se muestra la eliminación completa de los Coliformes fecales pero no así de los Coliformes totales. Resultando en una falta en el funcionamiento del biofiltro estándar, y en el no cumplimiento de su objetivo el cual es la remoción completa de los patógenos presentes en el agua de consumo. Por lo que no se cumple con la normativa la cual indica que debe haber ausencia absoluta de microorganismos en el agua de consumo.

Tabla 7. Análisis de agua filtrada (biofiltro estándar).

Parámetros	Muestras tomadas del biofiltro estándar		UNIDADES
	15/01/2015	03/09/2014	
	Quebrada Pucarumi Agua de canal (Sra. Campoverde)	Vertiente Corralitos. Agua entubada (Sr. Peñaloza)	
Físicos			
pH	8,4	8,1	-
Temperatura	20,8	19,9	-
Turbidez	2,16	0,12	NTU
Color	5	5	UTC
Conductividad	66,8	17,27	-
S.D.T	35,1	8,7	mg/l
Alcalinidad	84	112	-
Dureza total	70	82	mg/l
Dureza cálcica	58	68	mg/l
Dureza magnésica	12	14	mg/l
Químicos			
Hierro	0,04	0,1	mg/l
Manganeso	0,028	0,001	mg/l
Amoníaco	0,12	0,1	mg/l
Nitratos	1,9	9,5	mg/l
Nitritos	0,033	0,054	mg/l
Sulfatos	4	1	mg/l
Flúor	0,4	0,06	mg/l
Fosfatos	0,29	0,92	mg/l
Microbiológicos			
Coliformes totales	3	3	Ausencia
Coliformes fecales	0	0	Ausencia

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

4.2.3. Análisis de agua filtrada (biofiltro de arena mejorado).

Se aplicaron las mejoras a cada biofiltro de arena, ubicado en la comunidad de Ucumari, para el análisis de agua se tomaron muestras del domicilio de la Sra. Rosa Campoverde y el Sr. Mauricio Peñaloza, usuarios que han mantenido en funcionamiento y uso del biofiltro desde su instalación.

En cada biofiltro se instaló las nuevas partes, las cuales mejorarán su funcionamiento, así como la calidad de agua proveniente del mismo. Seguidamente se presenta las mejoras hechas (ver Foto 12, Foto 13 y Foto 14).



Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 12. Colocación de difusores en el biofiltro.



a. Retiro de la arena de río; b: Ubicación de la arena de cantera.
Fotografiada por: Juan Vintimilla

Foto 13. Remplazo de arena de río por arena de cantera.



Fotografiada por: Juan Vintimilla

Foto 14. Instalación de boya para llenado automático.

Transcurrido 30 días luego de la instalación de cada una de las mejoras planteadas, se procedió a la toma de muestra de agua para el análisis (ver Foto 15). La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, contiene los resultados reportados por el laboratorio del GAD de Nabón.



Fotografiada por: Juan Vintimilla.

Foto 15. Recolección de muestra de agua - biofiltro mejorado.

La *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.*, muestra los resultados presentados por el laboratorio de aguas de GAD del municipio de Nabón. En donde podemos observar la eliminación completa de los parámetros biológicos en las muestras de agua tomadas, el cual es el objetivo principal del biofiltro de arena, pero también se observa un aumento en la dureza cálcica la cual supera al valor de los límites permisibles, la misma situación se presenta en los fosfatos.

Tabla 8. Resultado de análisis de agua - biofiltro mejorado.

Parámetros	Muestras tomadas del biofiltro mejorado		UNIDADES
	14/05/2015	14/05/2015	
	Quebrada Pucarumi. Agua de canal (Sra. Campoverde)	Vertiente Corralitos. Agua entubada (Sr. Peñaloza)	
Físicos			
pH	7,8	7,84	-
Temperatura	18,7	19,1	-
Turbidez	1,03	0,75	NTU
Color	15	0	UTC
Conductividad	175,8	179,8	-
S.D.T	93,4	95,6	mg/l
Alcalinidad	112	116	-
Dureza total	102	95	mg/l
Dureza cálcica	75	72	mg/l
Dureza magnésica	27	23	mg/l
Químicos			
Hierro	0,02	0,04	mg/l
Manganeso	0	0,008	mg/l
Amoníaco	0,05	0,03	mg/l
Nitratos	2,6	3,3	mg/l
Nitritos	0,011	0,012	mg/l
Sulfatos	1	1	mg/l
Flúor	0,59	0,65	mg/l
Fosfatos	0,87	0,79	mg/l
Microbiológicos			
Coliformes totales	0	0	Ausencia
Coliformes fecales	0	0	Ausencia

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

4.3. Análisis de datos

Mediante histogramas se examina los resultados obtenidos en el laboratorio de las muestra de agua de la Sra. Campoverde y el Sr. Peñaloza, y mediante una breve comparación de dichos resultados de cada una de las muestras se analizan los parámetros físicos, químicos y biológicos por separado.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestra los resultados de los parámetros físicos del agua, de las diferentes circunstancias donde fueron tomadas (agua de la fuente, agua del biofiltro estándar y agua del biofiltro mejorado)

Tabla 9. Comparación de resultados de análisis de agua - parámetros físicos

Parámetros Físicos	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108	Análisis Físico						
		Quebrada Pucarumi. Sra. Campoverde			Vertiente Corralitos. Sr. Peñaloza			
		Agua de canal	Biofiltro Estándar	Biofiltro Mejorado	Agua entubada	Biofiltro Estándar	Biofiltro mejorado	Unidad
PH	6,5 – 8,5	8,4	8,4	7,8	8,1	8,1	7,84	-
Temperatura	-	21	20,8	18,7	19,7	19,9	19,1	° C
Turbidez	5	5,84	2,16	1,03	0,71	0,12	0,75	NTU
Color	15	15	5	15	10	5,5	0	UTC
Conductividad	-	60,1	66,8	175,8	13,11	17,27	179,8	µg/cm
S.D.T	1000	31,5	35,1	93,4	4,3	8,7	95,6	mg/l
Alcalinidad	0 – 370	74	84	112	110	112	116	mg/l
Dureza total	0 – 300	54	70	102	88	82	95	mg/l
Dureza cálcica	0 – 200	40	58	75	62	68	72	mg/l
Dureza magnésica	0 – 100	14	12	27	26	14	23	mg/l

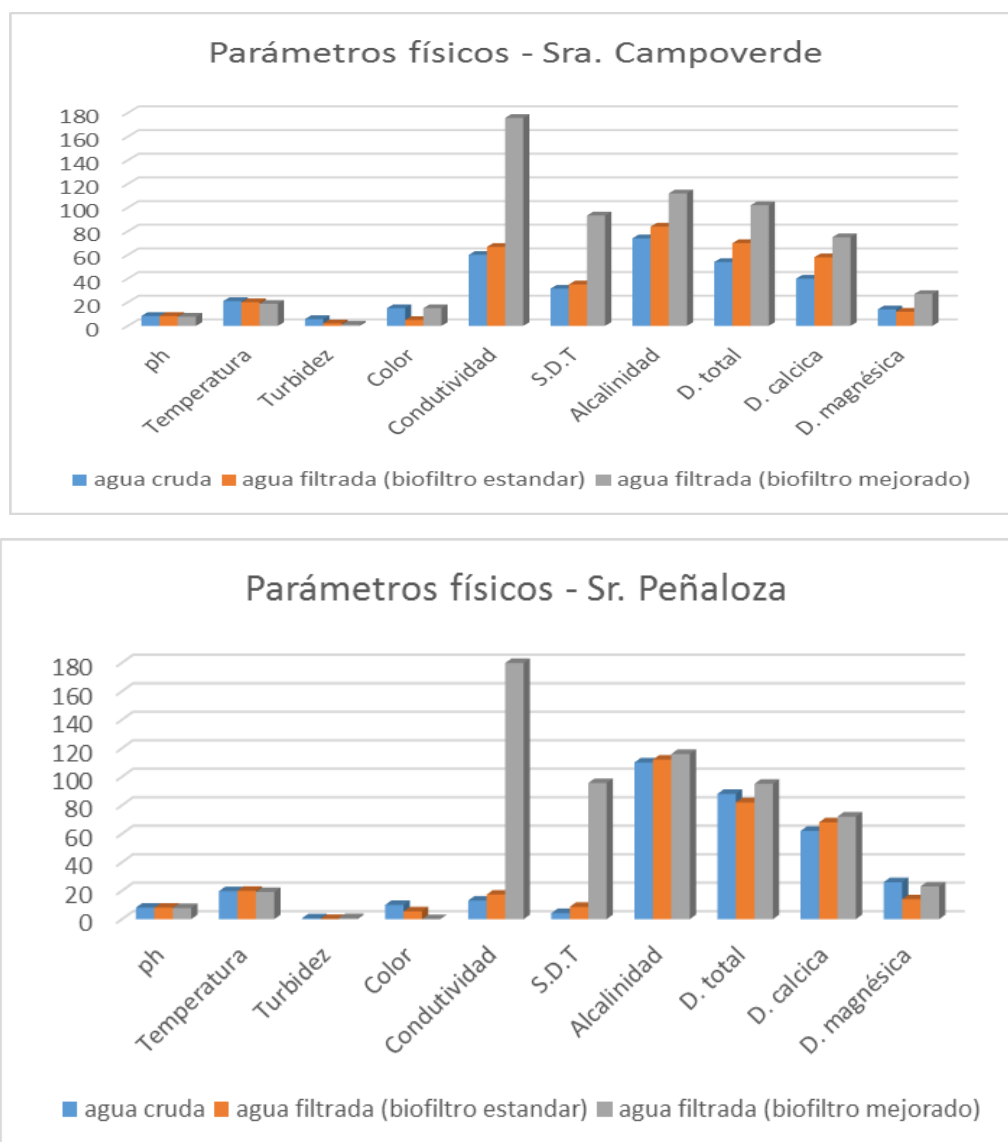
Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Podemos observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** 9, que los resultados obtenidos de cada prueba, todos se encuentran dentro de los rangos establecidos, dándose cumplimiento a la normativa.

Dichos resultados se los puede observar visualmente en el histograma presentado a continuación (ver gráfico 10), en donde se observa que:

El valor de color que se encuentra en el umbral de L.M.P. se lo puede atribuir a la apreciación del laboratorista ya que el método utilizado no es un método exacto ya que se lo realiza por medio de comparaciones con un patrón.

En cuanto al resto de parámetros se encuentran dentro de los límites máximos permisibles cumpliendo con la normativa, por lo que no se los analiza de forma individual.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 10. Histogramas - análisis de parámetros físicos.

La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, muestran en forma conjunta los resultados de los análisis químicos realizados a las diferentes muestras de agua. Dichos resultados también son expuestos mediante histogramas (ver gráfico 11).

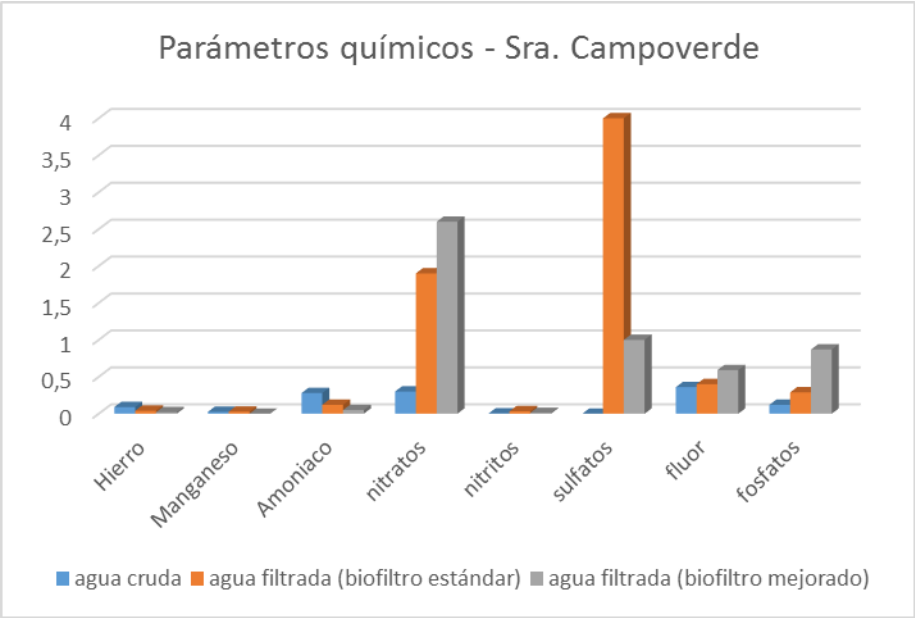
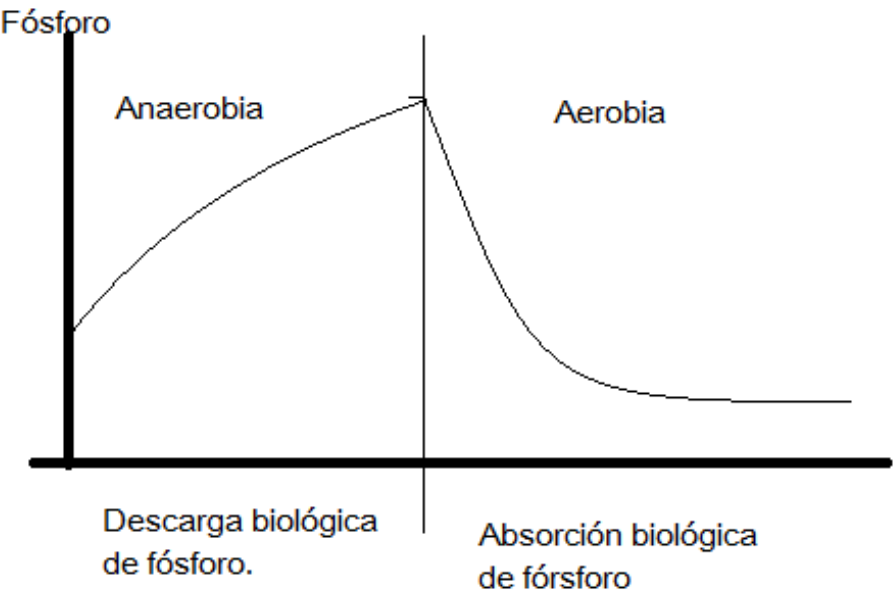
Tabla 10. Comparación de resultados de análisis de agua – parámetros químicos.

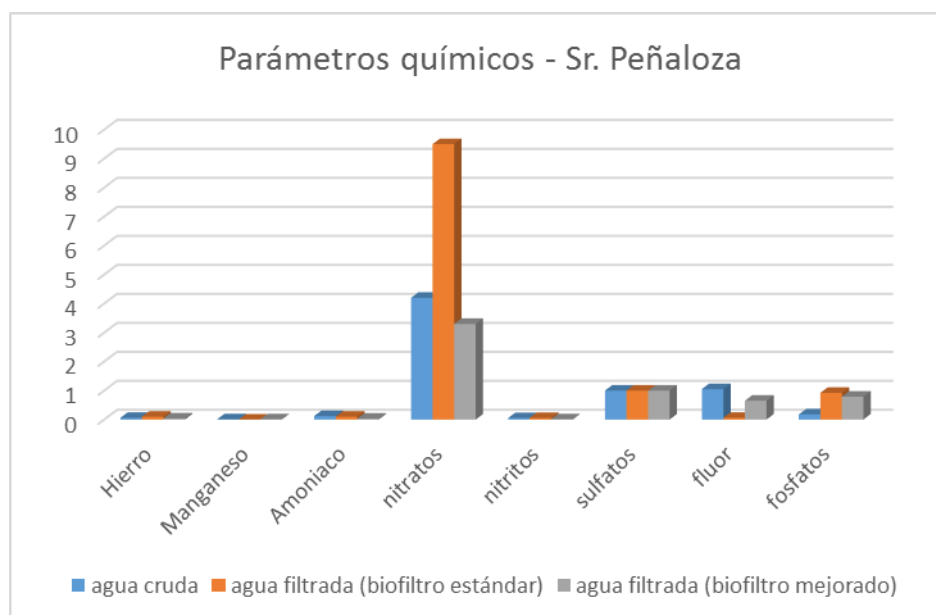
Parámetros Químicos	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108	Análisis Químico. Muestras tomadas de la fuente						Unidades
		Quebrada Pucarumi. Sra. Campoverde			Vertiente Corralitos. Sr. Peñaloza			
		Agua de canal	Biofiltro estándar	Biofiltro mejorado	Agua entubada	Biofiltro Estándar	Biofiltro mejorado	
Hierro	0,3	0,09	0,04	0,02	0,06	0,1	0,04	mg/l
Manganeso	0,1	0,025	0,028	0	0,01	0,001	0,008	mg/l
Amoníaco	1,2	0,28	0,12	0,05	0,12	0,1	0,03	mg/l
Nitratos	50	0,3	1,9	2,6	4,2	9,5	3,3	mg/l
Nitritos	0,2	0,004	0,033	0,011	0,051	0,054	0,012	mg/l
Sulfatos	200	0	4	1	1	1	1	mg/l
Flúor	1,5	0,36	0,4	0,59	1,05	0,06	0,65	mg/l
Fosfatos	0,3	0,12	0,29	0.87	0,18	0.92	0.79	mg/l

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Como se observa en la (tabla 10), en cuanto al aumento de los fosfatos, se presume que se da debido a las bacterias PAO, ya que si partimos del concepto de biocapa que es una película filtrante, que consiste en la retención de materia orgánica e inorgánica retenida y a su vez existe una amplia variedad de microorganismos activos biológicamente, los cuales descomponen la materia orgánica. Las encargadas de descomponer esta materia orgánica son las bacterias PAO, cuando no tiene oxígeno se comen la materia orgánica con ayuda de energía proveniente de la predación de otra bacteria de menor tamaño eliminando finalmente fósforo (Proceso anaerobio).

En el proceso aerobio las bacterias más pequeñas se alimentan de oxígeno transformándolo en CO₂, las bacterias mas grandes buscan energía de las pequeñas y también se alimentan del fósforo causando una absorción biológica de fósforo.





Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 11. Histogramas - análisis de parámetros químicos.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**², se exponen los valores obtenidos en el análisis de agua. Como se puede observar existen presencia de microorganismos en el agua de consumo proveniente de la fuente, la presencia de dicho organismos pueden causar diferentes afecciones a la salud de los usuarios especialmente enfermedades gastrointestinales.

En el proceso de filtración de agua; mediante el biofiltro de arena estándar se da una eliminación parcial de dichos organismos. En donde se da una eliminación completa de Coliformes fecales, pero se mantiene la presencia de los Coliformes totales. Con la obtención de estos resultados se puede establecer una falla en el funcionamiento del biofiltro de arena, debido principalmente a la falta de cumplimiento del objetivo principal del mismo, el cual está relacionado a la eliminación completa de los microorganismos presentes en el agua.

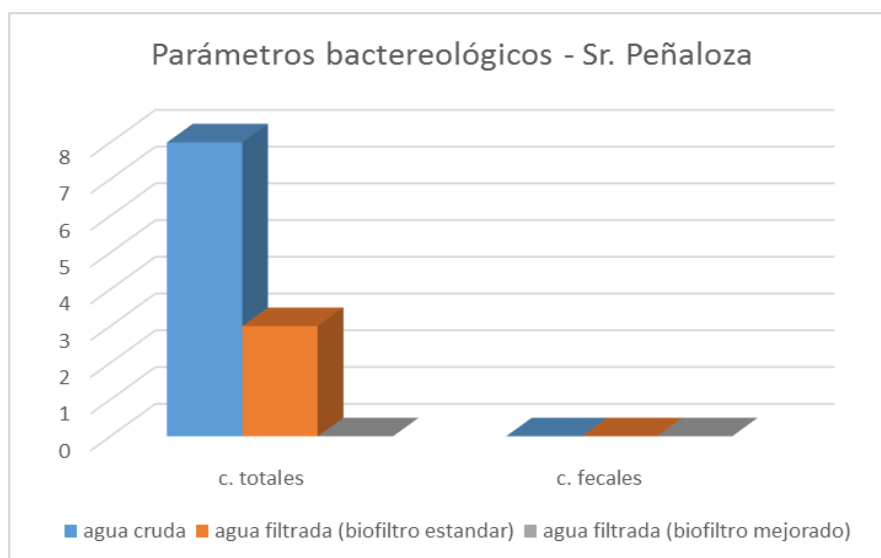
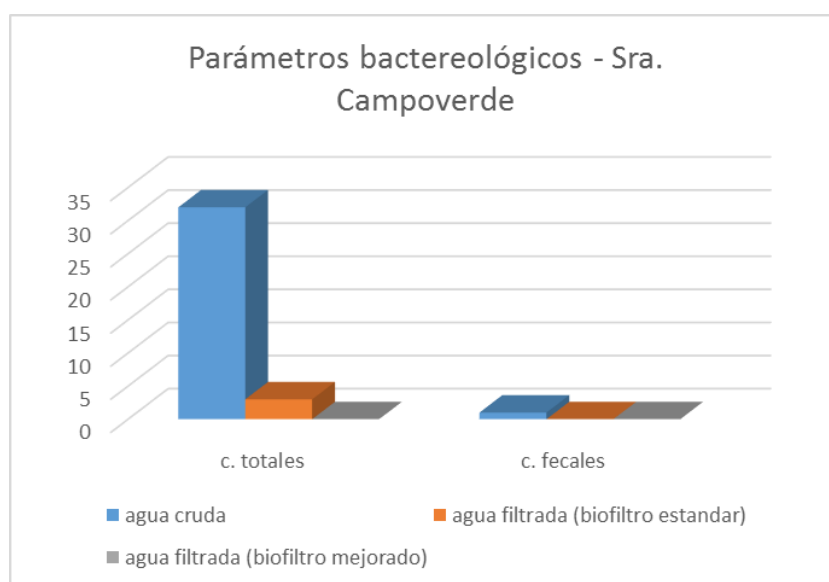
Finalmente los resultados obtenidos con el proceso de filtración mediante el uso del biofiltro mejorado, dan grandes resultados. Ya que se da una eliminación completa de los microorganismos presentes en el agua de consumo, dándose así el cumplimiento a la normativa y mejorando la calidad de agua de consumo humano.

Tabla 11. Comparación de resultados de análisis de agua – parámetros biológicos.

	Norma	Análisis Biológico.		
		Quebrada Pucarumi. Sra. Campoverde	Vertiente Corralitos. Sr. Peñaloza	

Parámetros Biológicos	Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108	Agua de canal	Biofiltro estándar	Biofiltro mejorado	Agua entubada	Biofiltro Estándar	Biofiltro mejorado	Unidades
Coliformes totales	Ausencia	32	3	0	8	3	0	UFC / 100 ml
Coliformes fecales	Ausencia	1	0	0	0	0	0	UFC / 100 ml

Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.



Elaboración: Juan Vintimilla, 2015.

Gráfico 12. Histogramas - análisis de parámetros biológicos.

4.4. Propuesta del manual para la instalación del biofiltro mejorado.



La implementación de mejoras al biofiltro, sirvieron para la eliminación completa de los microorganismos presentes en el agua de consumo en la comunidad, cumpliendo así con los estándares de calidad para el agua de consumo.

Los resultados excelentes obtenidos en el biofiltro de arena mejorado en la eliminación de microorganismos, conllevó a la propuesta de un manual, el cual contiene paso a paso la instalación del biofiltro con las mejoras incluidas. Dicho manual está basado en el manual presentado por (CAWST, 2012), en el cual se realiza una adecuación para la instalación de dichas mejoras. El manual completo se presenta en el Anexo 4.

CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

Se analizó al agua proveniente de los biofiltros estándar, por lo que se determinó que el líquido vital no era óptima para el consumo humano por la presencia de coliformes totales y fósforo, ya que estos pasan los límites permitidos.

La implementación de la tecnología en los biofiltros en el tratamiento del agua para el uso doméstico nos proporciona las siguientes ventajas: contar con agua confiable para el consumo humano, cambio de hábitos higiénicos, simplificación del manejo y operación de los biofiltros.

El llenado semiautomático del biofiltro también jugó un papel importante en la formación de la biocapa, elemento primordial para la remoción de coliformes, puesto que el período de bioformación se reguló y se ajustaban al manual establecido por la CAWST.

Los análisis del agua de los biofiltros mejorados garantizan la eliminación de agentes patógenos por lo tanto cumple con el objetivo del filtro.

El tratamiento del agua cruda en comunidades rurales por medio de biofiltros de arena propuestos en este proyecto proporcionó óptimos resultados debido a la remoción de los agentes patógenos peligrosos para la salud (coliformes totales y fecales) que pueden ser una alternativa de bajo costo. El cambio del diseño del lecho filtrante colaboró notablemente para la formación de la biocapa, la misma que, permitió una óptima remoción de los coliformes totales y fecales situación que se corroboró con los análisis bacteriológicos realizados en el laboratorio de agua del GAD Municipal de Nabón.

La totalidad de biofiltros instalados en la comunidad de Ucumari presentaron la misma respuesta a las mejoras implementadas, razón por la que, el proyecto denota una magnífica aceptación, lo mismo que corroboramos con las encuestas realizadas.

El exitoso funcionamiento del biofiltro proyectara a futuro la implementación del mismo en zonas aledañas y a pensar en diseños algo más generosos.



RECOMENDACIONES

El resultado de este proyecto demuestra la sustentabilidad que generan los biofiltros para el tratamiento de aguas de uso doméstico de la comunidad de Ucumari, lo cual recomienda hacer uso de estas mejoras en resto de comunidades aledañas.

Se recomienda realizar periódicamente un seguimiento a los usuarios de los biofiltros debido a que muchos de ellos se despreocupan en estarlos llenando todos los días a pesar de las facilidades que fueron instaladas.

Se debe hacer una socialización del tema no solo acerca del funcionamiento del biofiltro, sino también, indicar como se debe armar, desarmar (en caso de taponamientos) tiempo de llenado, de descanso entre cada llenado y tomar en cuenta ciertas observaciones esenciales en el funcionamiento como es el caso el período de formación de biocapa

Realizar un plan de concientización a la comunidad para enseñarles la forma óptima del uso del agua en sus domicilios y así poder cuidar el recurso natural más importante para los seres humanos que es el agua que ingerimos en el día a día.

Es de vital importancia que exista en la comunidad una buena fase de operación y mantenimiento ya que por tratarse de un proyecto poco común en el medio es preferible que no se presenten inconvenientes.

Realizar estudios acerca del aumento del fósforo en el agua en relación a las bacterias PAO y su presencia en la misma.




BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar H, D., Portela C, W., 2009. Diseño y montaje del laboratorio de filtro lento de arena para agua potable (Pregrado). Corporación Universitaria Minuto de Dios, Girardot.
- CAWST, 2012. Filtro de bioarena para técnicos.
- Ciencias de la Tierra y el Universo, SANTILLANA S.A. ed, 2006. . Buenos Aires.
- Galvín, R.M., 2003. Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas. Ediciones Díaz de Santos.
- García, M., 2013. Protocolo para la determinación de nitrito.
- García Silva, A., 2011. Proyecto educativo sobre consumo de agua segura dirigido a las familias de la comunidad Los Tillales parroquia Sucre. Cantón 24 de Mayo, provincia Manabí. 2011 (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- INEN, 2011. Agua potable. Requisitos, cuarta edición.
- Instituto Geográfico Militar, 2013. Base escala 1:50.000 [WWW Document]. GoePortal. URL <http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/>
- OMS, 2006. Guías para la calidad de agua potable, tercera. ed.
- Ortiz M, O., 2007. Análisis geográfico sobre la calidad del agua de los pozos que utilizan biofiltros al sur de Ahuachapan, departamento de Ahuachapan, El Salvador. (Diplomado). Universidad de El Salvador, El Salvador.
- Rengifo, A., López, L., 2011. Diseño y construcción de un sistema de purificación de agua potable, osmosis inversa, desmineralización y ozonificación (Tesis de pregrado). Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Manta.
- SENAGUA, 2013. Gestión de recursos hídricos en el Ecuador.

ANEXOS

Anexo 1. Encuestas realizadas.


UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☒ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☒ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☒ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☐ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☒ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☒ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

Solicitud de un biofiltro para la escuela
de la comunidad.



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☒ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☒ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☒ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☒ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☐ Todos los días
- ☒ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☒ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☒ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☐ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☒ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☒ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☒ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

Filtro se rompió



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☒ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

Biofiltro más eficiente



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☒ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☐ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☒ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☐ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☒ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐ 8 ☐ 9 ☒ 10 ☐ N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☐ Mucho mejor
☒ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☒ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☒ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indiquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

Recipiente Recolector de Agua



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☒ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☐ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☒ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☐ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☒ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☐ Nunca lo he utilizado

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☒ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☐ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☐ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☐ Probablemente sí
- ☒ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

1. ¿Cuánto tiempo ha utilizado el biofiltro de arena?

- ☐ Menos de un mes
- ☐ De uno a tres meses
- ☐ De tres a seis meses
- ☐ Más de seis meses
- ☒ Nunca los he utilizado

2. ¿Cómo conoció los biofiltros?

- ☐ Asamblea de la comunidad
- ☐ Periódico
- ☐ Amigos, colegas o contactos
- ☒ No la conozco
- ☐ Otro

3. ¿Con qué frecuencia utiliza el biofiltro de arena?

- ☐ Todos los días
- ☐ Una o más veces a la semana
- ☐ Dos o tres veces al mes
- ☐ Una vez al mes
- ☒ Nunca lo he utilizado
- ☐

4. Por favor, indíquenos su grado de satisfacción general con el funcionamiento del biofiltro en una escala de 1 a 10, donde 10 es completamente satisfecho y 1 es completamente insatisfecho.

- ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
- 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 N/A



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.

5. En comparación con la calidad del agua que se tenía antes de instalar el biofiltro, la calidad del agua filtrada es...

- ☐ Mucho mejor
☐ Algo Mejor
☐ Más o menos igual
☐ Algo peor
☐ Mucho peor
☒ No lo sé

6. Por favor, valore del 1 al 10 (donde 1 es pobre y 10 es excelente) los siguientes atributos del biofiltro:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Satisfacción del usuario.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Instalación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Seguimiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Buena calidad del agua filtrada.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A
* Funcionamiento.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	N/A

8. ¿Ha recomendado usted la utilización de los biofiltros a otras personas?

- ☐ Sí
☒ No

9. ¿Recomendaría usted utilizar los biofiltros a otras personas?

- ☒ Sí
☐ No



UNIVERSIDAD DE CUENCA.
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS.

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LOS BIOFILTROS DE ARENA, EN LA COMUNIDAD DE UCUMARI,
PARROQUIA EL PROGRESO, CANTÓN NABÓN.


10. ¿Utilizaría usted el biofiltro de nuevo?

- ☐ Seguro que sí
- ☒ Probablemente sí
- ☐ Puede que sí, puede que no
- ☐ Probablemente no
- ☐ Seguro que no

11. ¿Hay alguna cosa que le gustaría decir sobre los biofiltros?:

Colocar manguero para llenar.

Anexo 2. Análisis de muestras de agua.



**GOBIERNO AUTÓNOMO
DESCENTRALIZADO MUNICIPAL**

Nabón

Creando futuro

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.4

Domicilio:	Sr. Segundo Llumilima	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	14/05/2015	Hora:	9h25
Fuente:	Vertiente Tablarumi. (Agua filtrada con el biofiltro mejorado)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6,5 - 8,5	8,01
Temperatura	°C		19,4
Turbiedad	NTU	5	0,74
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		222
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	118,2
Alcalinidad	mg/l	0-370	134
Dureza Total	mg/l	0-300	95
Dureza Calcica	mg/l	0-70	75
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	20

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,07
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,014
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,21
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	4,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,016
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	7
Flúor	F ⁻	1,5	0,6
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,99

ANALISIS BACTERIOLOGICO

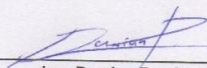
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS: U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

LIMITE PERMISIBLE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES: Fosfatos sobrepasan el limite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla por segura.

Responsable:



Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.4

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	14/05/2015	Hora:	8h45
		Fecha de análisis:	14/05/2015
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua filtrada con el biofiltro mejorado)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,8
Temperatura	°C		18,7
Turbiedad	NTU	5	1,03
Color	UTC	15	15
Conductividad	µg/cm		175,8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	93,4
Alcalinidad	mg/l	0-370	112
Dureza Total	mg/l	0-300	102
Dureza Calcica	mg/l	0-70	75
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	27
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,02
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,05
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	2,6
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,011
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,59
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,87

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

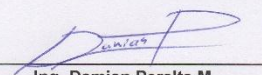
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla por segura.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.4

Domicilio:	Sra. Mauricio Peñaloza	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	14/05/2015	Hora:	9h00
		Fecha de análisis:	14/05/2015
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua filtrada con el biofiltro mejorado)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,84
Temperatura	°C		19,1
Turbiedad	NTU	5	0,75
Color	UTC	15	0
Conductividad	µg/cm		179,8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	95,6
Alcalinidad	mg/l	0-370	116
Dureza Total	mg/l	0-300	95
Dureza Calcica	mg/l	0-70	72
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	23
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,04
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,008
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,03
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	3,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,012
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,65
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,79

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias


LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla por segura.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.4

Domicilio:	Sra. Mauricio Peñaloza	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	14/05/2015	Hora:	9h10
		Fecha de análisis:	14/05/2015
Fuente:	Quebrada Corralitos. (Agua sin filtrar- Agua entubada)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,86
Temperatura	°C		19,9
Turbiedad	NTU	5	1,37
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		178,8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	95,1
Alcalinidad	mg/l	0-370	117
Dureza Total	mg/l	0-300	91
Dureza Calcica	mg/l	0-70	61
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	30
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,06
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,003
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,04
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	1,8
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,01
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	2
Flúor	F ⁻	1,5	0,45
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,45

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

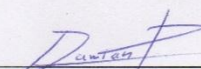
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Fosfatos sobrepasan el limite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla por segura.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.3

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	15/01/2015	Hora:	10h45
		Fecha de análisis:	15/01/2015
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua filtrada con el biofiltro estándar)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,4
Temperatura	°C		20,5
Turbiedad	NTU	5	0,29
Color	UTC	15	0
Conductividad	µg/cm		63,6
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	33,3
Alcalinidad	mg/l	0-370	118
Dureza Total	mg/l	0-300	76
Dureza Cálrica	mg/l	0-70	68
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	8
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,144
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,03
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	1,8
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,057
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	2
Flúor	F ⁻	1,5	0,67
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,33

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

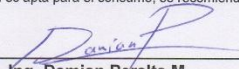
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

La muestra de agua analizada es apta para el consumo, se recomienda hacer hervir el agua para mayor seguridad.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA**MUESTRA No.3**

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	15/01/2015	Hora:	10h40
		Fecha de análisis:	15/01/2015
Fuente:	Vertiente Coralitos. (Agua sin filtrar - Agua entubada)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,4
Temperatura	°C		20,6
Turbiedad	NTU	5	1,14
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		53,4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	27,9
Alcalinidad	mg/l	0-370	112
Dureza Total	mg/l	0-300	76
Dureza Cálcica	mg/l	0-70	62
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	14

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,05
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,013
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,12
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	0,4
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,013
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	0
Flúor	F ⁻	1,5	0,46
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,28

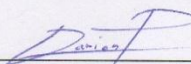
ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	1
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS: U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias
 LIMITE PERMISIBLE: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES: Presencia de coliformes, se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua.

Responsable:


 Ing. Damiani Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA**MUESTRA No.3**

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	15/01/2015	Hora:	10h15
		Fecha de análisis:	15/01/2015
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua filtrada con el biofiltro estándar)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,4
Temperatura	°C		20,8
Turbiedad	NTU	5	2,16
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		66,8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	35,1
Alcalinidad	mg/l	0-370	84
Dureza Total	mg/l	0-300	70
Dureza Calcica	mg/l	0-70	58
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	12
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,04
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,028
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,12
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	1,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,033
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	4
Flúor	F ⁻	1,5	0,4
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,29

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	3
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:


U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla.

Responsable:


Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.3

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	15/01/2015	Hora:	10h10
		Fecha de análisis:	15/01/2015
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua sin filtrar - Agua del canal de riego)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,4
Temperatura	°C		21
Turbiedad	NTU	5	5,84
Color	UTC	15	15
Conductividad	µg/cm		60,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	31,5
Alcalinidad	mg/l	0-370	74
Dureza Total	mg/l	0-300	54
Dureza Calcica	mg/l	0-70	40
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	14
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,09
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,025
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,28
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	0,3
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,004
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	0
Flúor	F ⁻	1,5	0,36
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,12

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	32
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	1

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

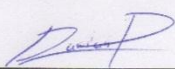
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.2

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	07/05/2015	Hora:	8h50
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua filtrada con el biofiltro estándar)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,66
Temperatura	°C		17,8
Turbiedad	NTU	5	15,2
Color	UTC	15	40
Conductividad	µg/cm		132,8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	70,4
Alcalinidad	mg/l	0-370	84
Dureza Total	mg/l	0-300	72
Dureza Calcica	mg/l	0-70	55
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	17

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,18
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,034
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,37
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	4,7
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,021
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,06
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,79

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	42
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

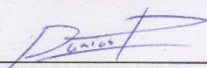
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla. En referencia a la turbidez y color se recomienda recolectar en un recipiente el agua para que caiga la suciedad y partículas grandes.

Responsable:


Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.2

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	07/05/2015	Hora:	8h45
		Fecha de análisis:	07/05/2015
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua sin filtrar - Agua del canal de riego)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,38
Temperatura	°C		18,8
Turbiedad	NTU	5	9,29
Color	UTC	15	40
Conductividad	µg/cm		127,7
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	67,6
Alcalinidad	mg/l	0-370	80
Dureza Total	mg/l	0-300	79
Dureza Calcica	mg/l	0-70	58
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	21
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,13
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,047
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,53
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	8
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,027
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	1
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,62

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	3
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

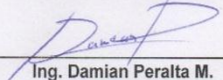
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla. En referencia a la turbidez y color se recomienda recolectar en un recipiente el agua para que caiga la suciedad y partículas grandes.

Responsable:


Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.2

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	07/05/2015	Hora:	9h15
		Fecha de análisis:	07/05/2015
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua filtrada con el biofiltro estándar)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,78
Temperatura	°C		18,3
Turbiedad	NTU	5	3,36
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		186,5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	99,2
Alcalinidad	mg/l	0-370	120
Dureza Total	mg/l	0-300	92
Dureza Calcica	mg/l	0-70	73
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	19
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,01
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,052
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,17
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	3,7
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,012
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	2
Flúor	F ⁻	1,5	0,7
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,5

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	1
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

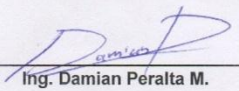
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla.

Responsable:


Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA**MUESTRA No.2**

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	07/05/2015	Hora:	9h10
		Fecha de análisis:	07/05/2015
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua sin filtrar - Agua entubada)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6,5 - 8,5	7,41
Temperatura	°C		18,9
Turbiedad	NTU	5	0,67
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		108,3
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	95,9
Alcalinidad	mg/l	0-370	112
Dureza Total	mg/l	0-300	88
Dureza Cálcica	mg/l	0-70	66
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	22

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,06
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,001
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,01
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	5
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,023
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,72
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,31

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	3
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

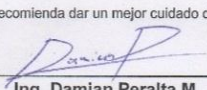
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Presencia de coliformes, se recomienda dar un mejor cuidado de las fuentes y hacer hervir el agua para consumirla.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.1

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	03/09/2014	Hora:	8h45
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua filtrada por el biofiltro estándar)		
Comunidad	Ucumari	Parroquia	El Progreso
		Cantón	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO**1) CARACTERISTICAS FISICAS**

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	7,9
Temperatura	°C		19,7
Turbiedad	NTU	5	0,509
Color	UTC	15	10
Conductividad	µg/cm		26,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	13,4
Alcalinidad	mg/l	0-370	68
Dureza Total	mg/l	0-300	61,2
Dureza Calcica	mg/l	0-70	40
Dureza Magnesica	mg/l	0-30	21,2

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,63
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,006
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,14
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	2,9
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,009
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,43
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,65

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	5
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

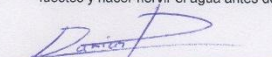
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, hierro y fosfatos pasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla.

Responsable:


Ing. Damian Peralta M.
Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA**MUESTRA No.1**

Domicilio:	Sra. Rosa Campoverde.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	03/09/2014	Hora:	8h50
		Fecha de análisis:	03/09/2014
Fuente:	Quebrada Pucarumi. (Agua sin filtrar - Agua del canal de riego)		
Comunidad:	Ucunari	Parroquia:	El Progreso
		Cantón:	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
pH		6,5 - 8,5	7,9
Temperatura	°C		19
Turbiedad	NTU	5	0,76
Color	UTC	15	15
Conductividad	µg/cm		25,6
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	13,1
Alcalinidad	mg/l	0-370	92
Dureza Total	mg/l	0-300	94
Dureza Calcica	mg/l	0-70	52
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	42

2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
		mg/l	mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,33
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,014
Amoníaco	NH ₃	1,2	0,2
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	3,1
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,3	0,012
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,067
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,38

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	8
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

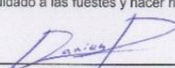
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe la presencia de coliformes, Dureza magnésica, hierro y fosfatos pasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua antes de consumirla.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.1

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	03/09/2014	Hora:	8h35
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua filtrada con el biofiltro estándar)		
Comunidad	Ucumari	Parroquia	El Progreso
		Cantón	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO (unidades)	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,1
Temperatura	°C		19,9
Turbiedad	NTU	5	0,12
Color	UTC	15	5
Conductividad	µg/cm		17,27
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	8,7
Alcalinidad	mg/l	0-370	112
Dureza Total	mg/l	0-300	82
Dureza Cálctica	mg/l	0-70	68
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	14
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,1
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,001
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	9,5
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,054
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	0,06
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,92

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	3
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

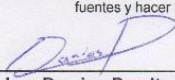
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Existe presencia de coliformes, fosfatos sobrepasan el límite permisible por lo que se recomienda dar mejor cuidado de las fuentes y hacer hervir el agua.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad



UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

REPORTE DE ANALISIS DE AGUA

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA No.1

Domicilio:	Sr. Mauricio Peñaloza.	Recolectada por:	Juan Andrés Vintimilla
Fecha de recolección:	03/09/2014	Hora:	8h30
		Fecha de análisis:	03/09/2014
Fuente:	Vertiente Corralitos. (Agua sin filtrar- Agua Entubada)		
Comunidad:	Ucumari	Parroquia	El Progreso
		Cantón	Nabón

ANALISIS FISICO - QUIMICO

1) CARACTERISTICAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO mg/l
pH		6,5 - 8,5	8,1
Temperatura	°C		19,7
Turbiedad	NTU	5	0,71
Color	UTC	15	10
Conductividad	µg/cm		13,11
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	4,3
Alcalinidad	mg/l	0-370	110
Dureza Total	mg/l	0-300	88
Dureza Calcica	mg/l	0-70	62
Dureza Magnésica	mg/l	0-30	26
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE mg/l	RESULTADO mg/l
Hierro Total	Fe ³⁺	0,3	0,06
Manganeso	Mn ²⁺	0,1	0,01
Amoniaco	NH ₃	1,2	0,12
Nitratos	NO ₃ ⁻	44,0	4,2
Nitritos	NO ₂ ⁻	3,0	0,051
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	200,0	1
Flúor	F ⁻	1,5	1,05
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,3	0,18

ANALISIS BACTERIOLOGICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	8
COLIFORMES FECALES	U. F. C. / 100 ml	Ausencia	0

ABREVIATURAS:

U. F. C.: Unidad Formadora de Colonias

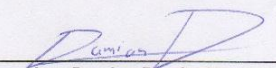
LIMITE PERMISIBLE:

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1108 (Cuarta Revisión), 2011

OBSERVACIONES:

Presencia de coliformes, se recomienda dar mejor cuidado a las fuentes y hacer hervir el agua.

Responsable:


 Ing. Damian Peralta M.
 Laboratorio Control de Calidad

Anexo 3. Análisis granulométrico de la arena de filtros.


LABSCON
 Laboratorio de Suelos y Concretos
 Diseño Control de Calidad y Fiscalización

PROYECTO : TESIS SR. JUAN ANDRES VINTIMILLA
SOLICITA : SR. JUAN ANDRES VINTIMILLA
MUESTRA : ARENA DE FILTROS **MINA:** SR. LEON
PROCEDENCIA: LIMON **FECHA:** 13 DE ABRIL DEL 2015

ANALISIS GRANULOMETRICO

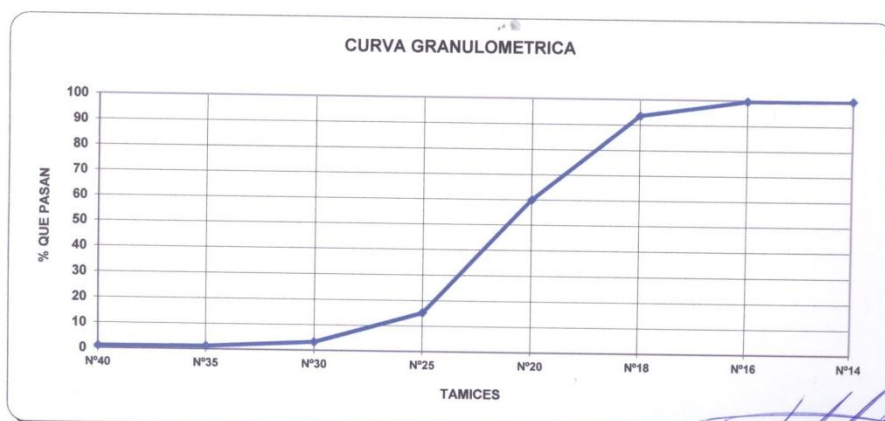
TAMIZ Nº	ABERTURA EN mm.	P.RETENIDOS PARCIALES	P.RETENIDOS ACUMULADOS	PORCENTAJES RETENIDOS	PORCENTAJES QUE PASAN	PORCENTAJES ESPECIFICADOS
3/8"	9,525	0,00	0,00	0	100	
Nº4	4,750	0,00	0,00	0	100	
Nº6	3,350	0,00	0,00	0	100	
Nº8	2,360	0,00	0,00	0	100	
Nº10	2,000	0,20	0,20	0	100	
Nº12	1,700	0,10	0,30	0	100	
Nº14	1,400	0,30	0,60	0	100	
Nº16	1,180	1,30	1,90	0	100	
Nº18	1,000	29,90	31,80	6	94	
Nº20	0,850	168,20	200,00	40	60	
Nº25	0,710	223,80	423,80	85	15	
Nº30	0,600	59,40	483,20	97	3	
Nº35	0,500	10,40	493,60	99	1	
Nº40	0,425	1,40	495,00	99	1	
Nº50	0,300	1,30	496,30	99	1	
Nº70	0,212	0,40	496,70	99	1	
Nº80	0,180	0,20	496,90	99	1	
Nº100	0,150	0,20	497,10	99	1	
Nº120	0,125	0,40	497,50	100	0	
Nº200	0,075	0,50	498,00	100	0	
pasa Nº 200		0,00	1,84			
TOTAL		499,84	499,84			

PESO ANTES DE ENSAYO

499,84

PESO DESPUES DE ENSAYO

498,60



D 60	0,850
D 10	0,662
Cu =	1,285


LABSCON
 Laboratorio de Suelos y Concretos
 Diseño Control de Calidad y Fiscalización
 Ing. Pablo Esteban Vélez Dávila

Manuel Davila 1-52 y Av. Remigio Crespo / Telefono 07 2 884-121 Telefax: 07 2 814-070
 Cuenca - Ecuador / Email: labscon@outlook.com



Anexo 4. Manual para el usuario.

Tabla de contenido

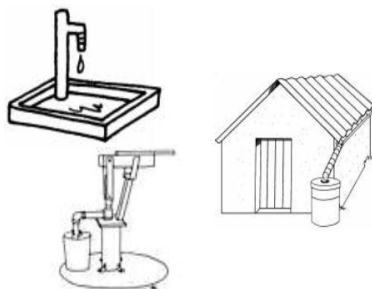
MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PARA EL USUARIO DE LA COMUNIDAD DE UCUMARI.	128
1. Calidad del agua de entrada.	128
1.1. Protección de la fuente de agua.....	128
1.1.1. Tipo de agua a ser usada.	128
1.2. Sedimentación	129
2. Funcionamiento del Biofiltro.	129
3. Método de purificación del Biofiltro.....	130
3.1. Los agentes patógenos y a la suciedad en el filtro.....	131
3.2. La biocapa.	132
4. Instalación del biofiltro de arena.....	133
4.1. Consideración para la instalación del biofiltro.	134
4.1.1. Posición del biofiltro.	134
4.1.2. La velocidad del flujo es demasiado lenta.	134
4.1.3. La velocidad del flujo es demasiado rápida.	135
4.2. Instrumentos y herramientas para la instalación del biofiltro.....	135
4.3. Procedimientos para la instalación del biofiltro.	137
4.5. Enjuagar el filtro.	143
4.6. Desinfectar el tubo de salida.....	145
MANUAL DE USUARIO.....	148
5. Cómo se debe usar el filtro.....	148
6. Cómo limpiar el filtro.....	150
6.1. Limpiar las partes del filtro	150
6.2. Revolver y botar.....	152
7. Almacenamiento de agua potable	154

MANUAL DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO PARA EL USUARIO DE LA COMUNIDAD DE UCUMARI.

1. Calidad del agua de entrada.

1.1. Protección de la fuente de agua.

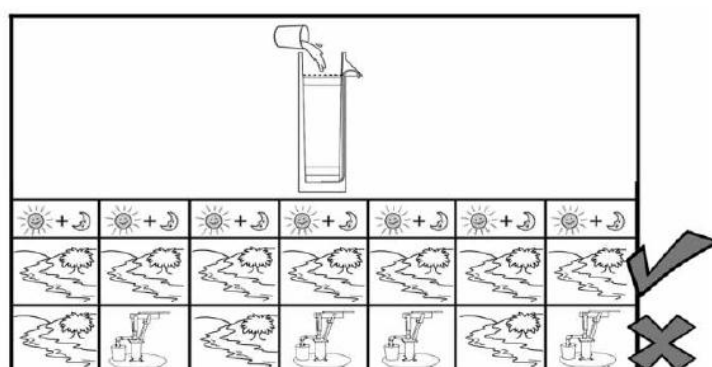
Manténganla limpia, alejada de desperdicios humanos y animales. No deje que ninguna otra agua se mezcle con el agua que vaya a tratar, manteniendo lejos las aguas residuales y la escorrentía superficial.



1.1.1. Tipo de agua a ser usada.

Usted puede usar cualquier tipo de agua en el biofiltro: agua de ríos, de un estanque, de un pozo o el agua de la lluvia. Lo mejor es usar agua tomada de la misma fuente cada vez que se use el filtro.

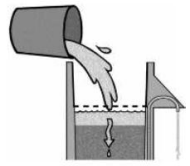
Si usted cambia la fuente donde toma el agua, por ejemplo, en la estación lluviosa, los microbios que viven en el filtro tardarán unos pocos días en acostumbrarse al agua nueva. Durante unos días, el agua que sale del filtro no es tan buena como otras veces. Puede beber esa agua, pero es buena idea también desinfectar el agua filtrada usando cloro, hirviendo el agua o usando la desinfección solar.



El agua clara es mejor. Intente usar el agua lo más clara posible para meterla en el filtro.

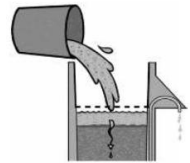
Agua clara

El filtro funcionará bien. No tendrá que limpiar la superficie de la arena muy a menudo.



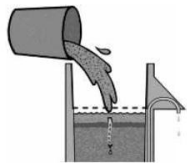
Agua sucia

Después de unas semanas, el filtro funcionará más lento. Tendrá que limpiar la superficie de la arena algunas veces para hacer que fluya más rápido.



Agua muy sucia

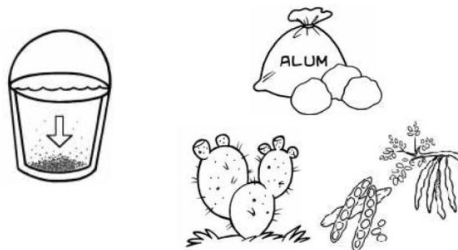
El filtro en seguida funcionará muy lento. A menudo tendrá que limpiar la superficie de la arena para hacer que fluya más rápido.



Si usted tiene agua sucia, deje asentar la suciedad del agua en un balde durante unas horas antes de verter el agua en el FBA.

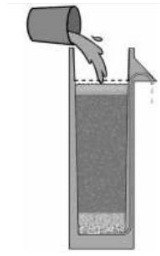
1.2. Sedimentación

Deje la suciedad y las partículas grandes caer al fondo. Para este proceso es necesario que el usuario disponga de un recipiente grande para colocar el agua de las quebradas a ser tratadas y la misma que se colocara en dicho recipiente por un tiempo determinado esperando el asentamiento de las partículas.

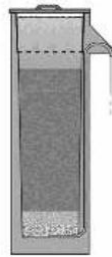


2. Funcionamiento del Biofiltro.

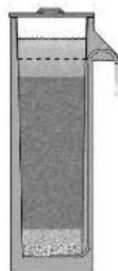
Vierta un balde de agua sucia en la parte superior del filtro. El agua empezará a fluir por el tubo. Vuelva a poner la tapa. El filtro debería llenarse entre 1 y 4 veces al día.



La parte de arriba del filtro se llama reservorio. En él, caben 12 litros de agua- aproximadamente un balde. El agua que sale fluirá más rápido cuando el reservorio esté lleno.



Normalmente tarda al menos 1 hora hasta que el agua deja de fluir totalmente.



Después de que el agua deja de fluir, el filtro debe descansar. El filtro debe descansar al menos 1 hora antes de verter más agua. Esto se llama **periodo de pausa**.



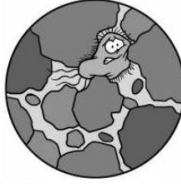
3. Método de purificación del Biofiltro.

Existen pequeñas criaturas llamadas **microbios** viviendo en el agua. Son tan pequeños que no se les puede ver con sus ojos. Alguno de ellos le hacen enfermar cuando usted los beben – estos se llaman **agentes patógenos**. El filtro de bioarena quita casi toda la suciedad y los agentes patógenos del agua.

3.1. Los agentes patógenos y a la suciedad en el filtro.

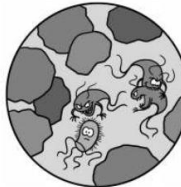
Quedan atrapados en la arena

El agua puede fluir a través de la arena, pero la suciedad y algunos agentes patógenos son demasiados grandes para poder pasar a través de los granos de arena.



Son comidos

Los microbios se comen los unos a los otros dentro del filtro, especialmente en la biocapa.



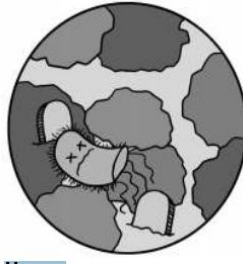
Quedan pegados a la arena

Algunos agentes patógenos se pegan a la arena y no pueden salir.



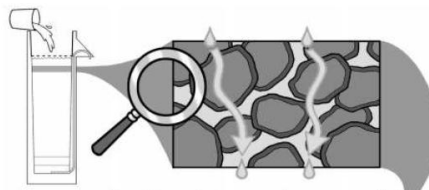
Mueren

Algunos agentes patógenos mueren porque no hay suficiente comida o aire para ellos dentro del FBA.



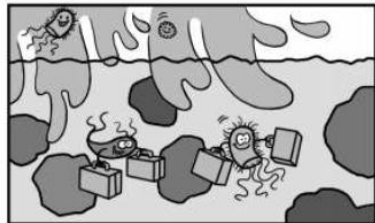
3.2. La biocapa.

En un biofiltro, pequeños microbios viven en la parte superior de la arena. Esto se llama la BIOCAPA. La biocapa es muy importante porque hace que el agua sea saludable para beber. La biocapa tarda aproximadamente 30 días en desarrollarse.



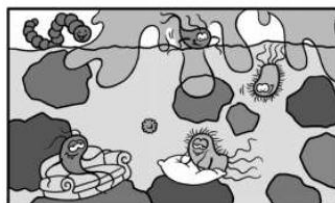
Día 1

Muchos microbios viven en el agua. Son muy pequeños para ser vistos, pero están allí. Cuando vierte agua dentro del filtro, los microbios empiezan a vivir en la parte superior de la arena.



Día 15

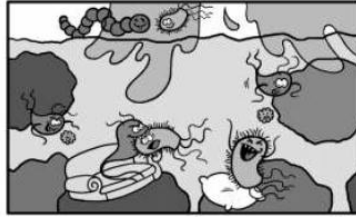
Según vaya usando el filtro, más y más microbios empiezan a vivir en la arena. La biocapa crece. Los microbios se encuentran cómodos y empiezan a buscar comida.



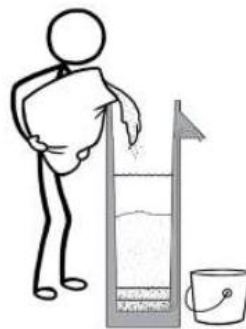
Día 30

Después de unas semanas los microbios empiezan a comerse los unos a los otros. Ahora cada vez que vierta agua dentro, los microbios que están viviendo

en la arena se comerán a los nuevos microbios del agua incluyendo a los agentes patógenos.



4. Instalación del biofiltro de arena.



Estos son los pasos para instalar un filtro:

1. Ponga el filtro en un lugar adecuado.
2. Instale la flauta de absorción en el tubo de salida.
3. Poner agua hasta la mitad del filtro
4. Ponga grava de drenaje.
5. Colocar la malla de separación sobre la grava de drenaje.
6. Ponga grava de separación.
7. Colocar la malla de separación sobre la grava de separación.
8. Ponga la arena de filtración.
9. Colocar el difusor en su lugar.
10. Instalar la boya con los accesorios necesarios.
11. Llenar el filtro de agua.
12. Desinfecte el tubo de salida.

Intente instalar unos cuantos filtros uno cerca de otros en el mismo día. Mientras esperan que el agua corra por un filtro, puede empezar a instalar el filtro siguiente.



Antes de instalar el filtro, asegúrese que el tubo de salida no esté atascado. Cuando pare de fluir, el tope del agua debería estar por debajo del difusor. Esto debería comprobarse cuando se haga el recipiente. Pero es bueno comprobarlo ahora otra vez antes de llenar el filtro con grava y arena.

También asegúrese que el interior del filtro esté limpio. Comprueben que el filtro esté nivelado.



4.1. Consideración para la instalación del biofiltro.

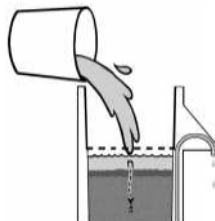
4.1.1. Posición del biofiltro.

El filtro debería colocarse en un lugar seguro y de fácil acceso.

El filtro debería estar:

- Lejos de la luz solar, lluvia, animales y niños.
- En sitio plano, al nivel del suelo.
- En o cerca de la cocina, donde sea más fácil usar y limpiar.
- Donde haya sitio para levantar baldes y verterlos en el filtro.
- Es mejor poner los filtros dentro de la casa. Pueden ponerse debajo del tejado al lado de la casa.
- Nunca se deben mover los filtros llenos de arena y grava. Pesan mucho y mover el filtro puede hacer que deje de funcionar.

4.1.2. La velocidad del flujo es demasiado lenta.



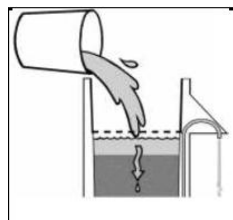
Si la velocidad del flujo es menor de 400 ml/min, el filtro funcionará bien.

Puede que a los usuarios no les guste un flujo lento. La velocidad de flujo será incluso más lenta, cuando usen el filtro, porque la superficie de la arena se obstruye con suciedad. Si la velocidad del flujo llega a ser muy lenta, se deja de usar el filtro. Si la velocidad del flujo es demasiado lenta después que instale el filtro, puede intentar que vaya más rápido limpiando la superficie de la arena. Haga un “revolver y botar”. Remueva la superficie de la arena con su mano. Luego use un vaso para tirar el agua sucia de la superficie del filtro.

Si la velocidad del filtro no es más rápida después que hagan 4 “revolver y botar”, debe lavar más toda la arena. Saque toda la arena del filtro. Tome de vuelta toda la arena para lavarla otra vez. Haga otra comprobación con el tarro. Instale un filtro y compruebe la velocidad del flujo. Diga a las personas que vayan a lavar la arena que no se ha lavado suficiente, para que ellos puedan ajustar su método de lavado.

Reinstale el filtro con grava y arena nueva más limpia. Compruebe la velocidad de flujo otra vez.

4.1.3. La velocidad del flujo es demasiado rápida.



Si la velocidad del flujo es más de 400 ml/minuto, el filtro podría no funcionar bien. No podría quitar muchos agentes patógenos del agua.

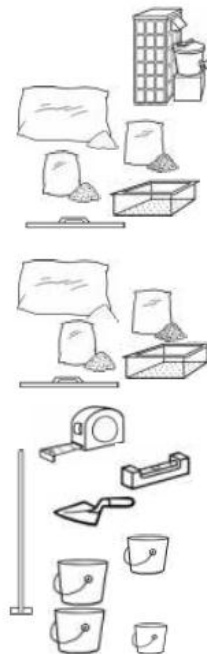
Si la velocidad del flujo es más alta de 450 ml por minuto, debería remplazar la arena. Saque toda la arena del filtro. Empezando con arena nueva, lávela menos. Haga una comprobación con el tarro. Instale 1 filtro y compruebe la velocidad del flujo. Diga a las personas que lava la arena que está lavándola demasiado.

Reinstale el filtro con arena y grava nueva. Compruebe la velocidad del flujo otra vez.

4.2. Instrumentos y herramientas para la instalación del biofiltro.

- Filtro
- Un recipiente seguro para almacenar (si se ofrece con el filtro)
- Arena (30 litros)

- Grava de separación 0.03" - 1/4" (3 litros a 3 1/4 litros)
- Grava de drenaje 1/4" - 1/2" (3 litros a 2.7 litros)
- Difusores tanto los de separación como el de protección de la biocapa.
- Tapa
- Arena ≤ 0.03 " y grava extra
- Un difusor extra en caso que alguno se rompa o no entre
- Una tapa extra en caso que una se rompa o no quepa
- Una cinta métrica o una regla
- Accesorios para las instalaciones de la boya
- Manguera de jardín
- Boya
- Taladro
- Flauta de absorción
- Bridas
- Un nivel para comprobar si el filtro está nivelado y plano
- Un barra de madera para medir la profundidad de la grava durante la instalación
- Una pala o paleta para meter arena y grava en el filtro
- Baldes pequeños para medir arena y grava si no hay sacos con las medidas correctas
- Baldes para verter y tomar agua
- Baldes pequeñas o un vaso para quitar el agua sucia de la parte superior del filtro (revolver y botar)



- Un tubo que quepa en el tubo de salida (1m de largo) para desinfectar el tubo de salida
- Un embudo
- Cloro
- 1 botella de un litro



4.3. Procedimientos para la instalación del biofiltro.

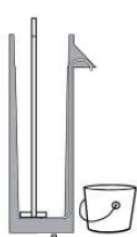
Herramientas y materiales.



1. Colocamos la flauta de absorción, para esto necesitamos un nepló perdido de $\frac{1}{4}$ de pulgada, el cual ya le colocamos en la flauta y el otro extremo lo unimos con el tubo de salida.



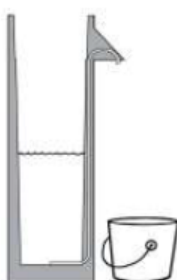
2. Ponga un palo dentro del filtro, tocando el fondo del filtro. Dibuje una línea en el palo donde llegue la parte superior del filtro.



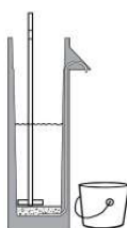
3. Dibuje otra línea 5 cm (2") debajo de la primera línea.



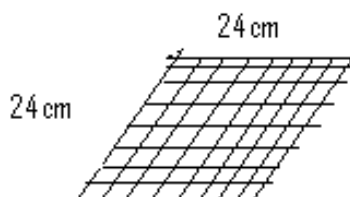
4. Llene el filtro hasta la mitad con agua. Ponga un balde bajo el filtro en la salida para tomar cualquier gota de agua que salga. Teniendo agua en el filtro, cuando se vierta la arena y la grava, prevendrá que se formen bolsas de aire.



5. Ponga la grava de drenaje dentro del filtro hasta que esté a 5cm (2") de profundidad. Debería ser aproximadamente 3 litros de grava. Hagan que la superficie de la grava sea plana y esté nivelada. Ponga el palo encima de la grava. Cuando la línea del fondo esté nivelada con la parte superior del filtro, habrá añadido suficiente grava.



6. Una vez colocada la grava de drenaje cortamos la malla de separación de 24 cm x 24cm, la instalamos dentro del biofiltro.



7. Dibuje otra línea en el palo 5cm abajo de la segunda línea.

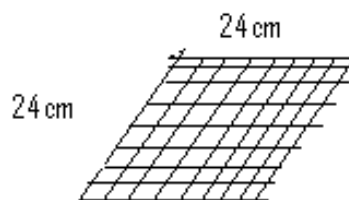


8. Ponga grava de separación dentro del filtro hasta que tenga 5 cm (2") de profundidad. Debería haber aprox. 3 $\frac{1}{4}$ litros de grava.

Haga que se sea plana y nivelada la parte superior de la grava. Ponga el palo encima de la grava. Cuando la línea del fondo esté nivelada con la parte superior del filtro, habrán añadido suficiente grava.



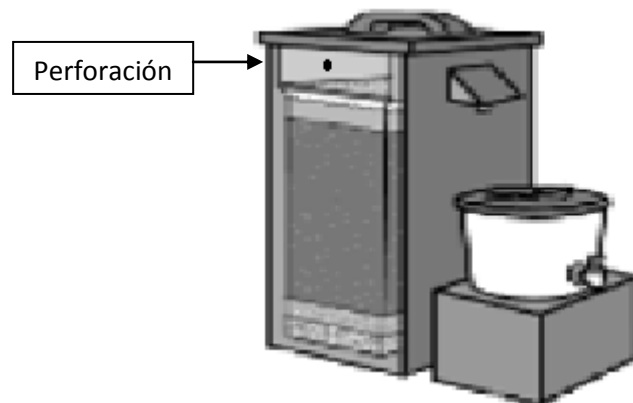
9. Una vez colocada la grava de drenaje cortamos la malla de separación de 24 cm x 24cm, la instalamos dentro del biofiltro.



10. Añada rápido 30 litros de arena de filtración. Mientras añade la arena, el nivel de agua en el filtro siempre debería ser más alto que la arena.



11. Con un taladro hacer hueco en una de las paredes del filtro a 2 cm del borde superior y a 12 cm de uno de los extremos laterales.



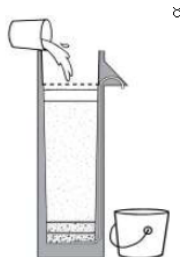
12. Instalamos la boya en el orificio.



13. Colocamos una unión a la boya ya con el resto de accesorios instalados en el mismo.

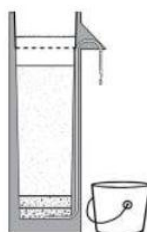


14. Introduzca el difusor. Viertan un balde de agua dentro de la parte superior del filtro. Deje el filtro correr hasta que el agua pare de fluir. Esto podría tardar aproximadamente 1 hora o más.



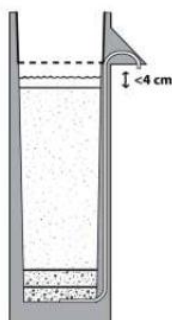
Cuando llene el filtro, puede tardar más de una hora hasta que el agua pare de fluir. Mientras está esperando, puede ir a instalar un filtro en otra casa cercana.

15. Cuando el agua deje de fluir, compruebe la profundidad del agua sobre la arena. El agua debería estar entre 4 y 6cm de profundidad (de 1.5 a 2.5").



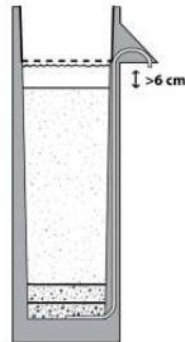
Si el nivel de la profundidad del agua estancada es menos de 4cm (1.5"), compruebe el tubo de salida. Si es más largo de 2cm (13/16"), córtelo y hágalo más corto. Llene el filtro con agua otra vez y mida otra vez el nivel del agua estancada

Si el agua está a menos de 4 cm de profundidad, hay demasiada arena. Saque algo de arena. Haga que la parte superior de la arena sea lisa y plana. Ponga el difusor. Vierta un balde de agua dentro de la parte superior del filtro y déjela correr hasta que el agua deje de fluir. Mida el nivel del agua estancada otra vez.



Si el nivel de la profundidad del agua estancada es mayor de 6cm (2.5"), No hay suficiente arena. Añada más arena. Haga que la parte superior de la

arena sea lisa y plana. Ponga el difusor. Vierta un balde de agua en la parte superior del filtro y déjela correr hasta que el agua deje de fluir. Esto podría llevar una hora o más. Después de que agua deje de fluir, mida el nivel del agua estancada otra vez.



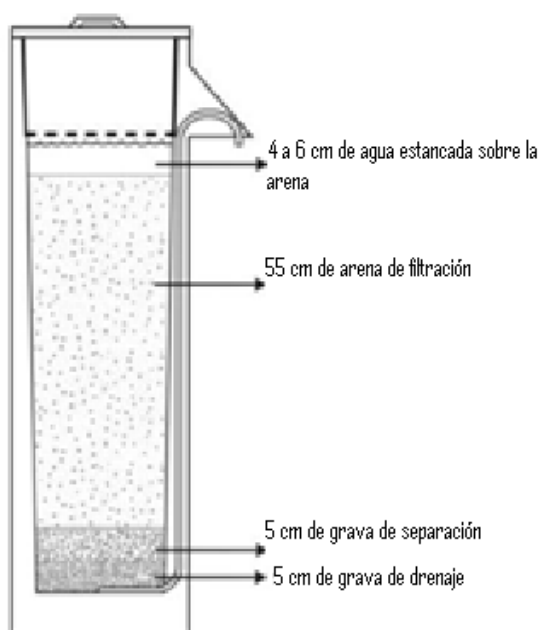
16. Cuando el agua sobre la arena tenga de profundidad entre 4 y 6 cm, ustedes han añadido suficiente arena. Ahora tiene que limpiar la parte superior de la arena para que el filtro no se obstruya. Ponga la palma de su mano en la parte superior de la arena y remuevan alrededor de la superficie de la arena. El agua de encima de la arena se volverá muy sucia.



17. Quite el agua sucia usando un vaso o un balde pequeño. Bote esa agua tirándola en un resumidero o en los arbustos. Repita el método de “revolver y botar” de los pasos 11 y 12 hasta que el agua en la superficie del filtro esté clara. Si quita el agua, ponga de vuelta el difusor antes de verter más agua dentro de la parte superior del filtro. Luego pueden repetir el revolver y botar.

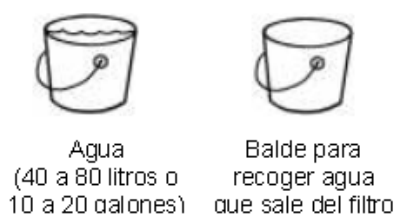


Después de instalar el filtro, tendrían que haber estas capas:

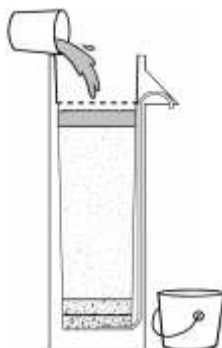


4.5. Enjuagar el filtro.

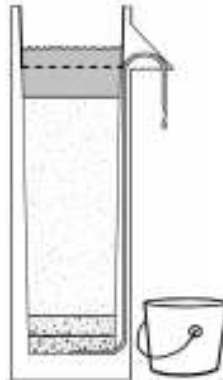
Herramientas y materiales.



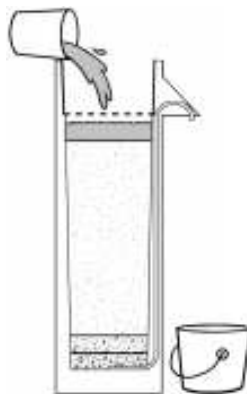
1. Asegúrese que el difusor esté dentro del filtro. Ponga un balde debajo de la salida para tomar agua. Vierta un balde de agua clara en la parte superior del filtro. Use el agua lo más clara posible.



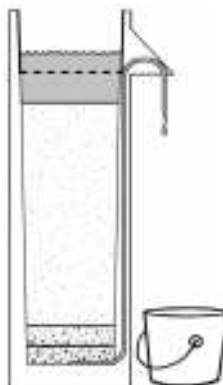
2. Mire el agua saliendo del tubo de salida. Saldrá sucia al principio. Se volverá más clara cuanto más agua fluya a través del filtro.



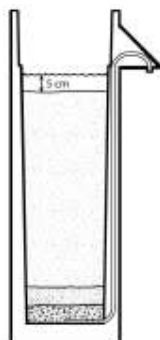
3. Cuando el filtro deje de fluir, tire el agua sucia recogida y viértala en un resumidero o en los arbustos. Vierta otro balde de agua dentro de la parte superior del filtro.



4. Continúe vertiendo agua dentro del filtro hasta que el agua que sale esté limpia. Puede llevar de 40 a 80 litros (10 a 20 galones) de agua o de 3 a 7 baldes.



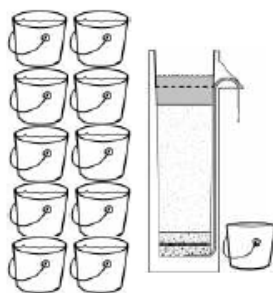
5. Compruebe el nivel del agua que queda. El agua sobre la arena debería tener de 4 a 6 cm (1.5" a 2.5") de profundidad. La superficie del agua debería estar bajo el difusor, no tocándolo.



¿QUÉ OCURRE SI EL AGUA NUNCA SE PONE LIMPIA?

Si ha echado dentro del filtro más de 10 baldes de agua (124 litros o 30 galones) y el agua que sale no está todavía clara, la grava no se ha lavado suficiente.

Debe entonces sacar la arena y grava del filtro. Lave la grava más, hasta que esté limpia completamente y no haya suciedad en el agua. Luego reinstale el filtro, usando grava limpia.



4.6. Desinfectar el tubo de salida.

Herramientas y materiales.



1 botella de 1L
llena con agua



Cloro (ejemplo:
5.25% de lejía)



Una manguera que quepa
sobre el filtro de salida
- diámetro interior: 9 mm (3/8")
- longitud: 1 m (3 ft)



Embudo que
quepa en la
manguera



Agua
(12 litros o 3
galones)

1. Ponga un extremo de la manguera sobre el tubo de salida. Ponga el embudo en el otro extremo de la manguera



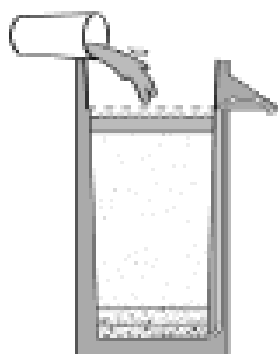
2. Mezcle aproximadamente 1 cucharita pequeña de cloro dentro del litro de agua en una botella.



3. Sostenga el embudo estando más alto que la parte superior del filtro. Vierta el litro de agua con el cloro dentro del embudo y déjelo drenar en el tubo del filtro. Sostenga el embudo en lo alto durante **2 minutos**. Esto hace que el agua dentro del tubo se desinfeste. Después de los 2 minutos bajen el embudo y métenlo en un balde. Deje que toda el agua con cloro salga dentro del balde.



4. Llene el reservorio del filtro con agua. Deje que todo el agua salga del filtro dentro del balde.



5. Ponga algo de cloro en un paño. Limpien la parte de fuera del tubo de salida Agua (12 litros o 3 galones).



6. Cuando el filtro deje de fluir, tire todo el agua del balde. Tírela en los resumideros o en los arbustos.

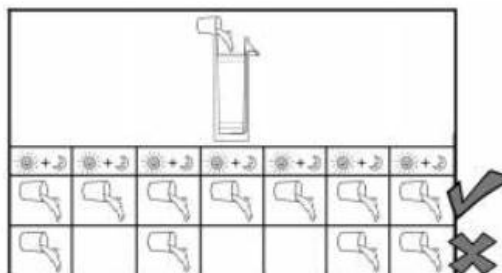


MANUAL DE USUARIO.

5. Cómo se debe usar el filtro.

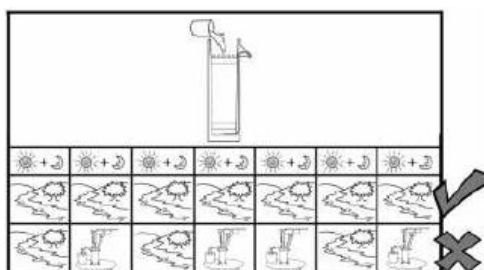
- **Usen el filtro todos los días.**

Después que el filtro haya dejado de fluir, esperen al menos 1 hora antes de verter otro balde de agua. El filtro necesita descansar. No dejen más de 2 días sin verter agua en el filtro. Si se van durante días, pidan a alguien que viertan agua en el filtro cada día.



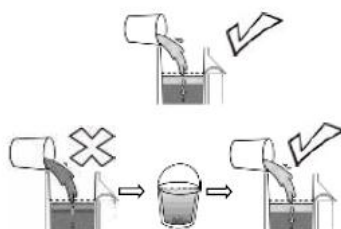
- **Siempre viertan agua tomada de la misma fuente.**

Si cambian de fuentes, el filtro no funcionará bien durante días. Si usan diferentes fuentes de agua en diferentes estaciones, es muy importante desinfectar el agua filtrada durante unos días después de que cambien las fuentes.



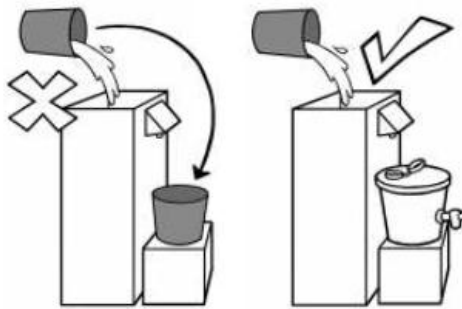
- **Usen el agua lo más clara y lo más limpia posible para el filtro.**

Si solo tienen agua sucia o turbia déjenla reposar en un recipiente hasta que la suciedad se haya sedimentado al fondo. Luego viertan agua clara dentro del filtro. Es muy importante que los usuarios sepan cómo usar el filtro. Alguien les debe enseñar mientras el filtro se está instalando.



- **Usen un recipiente para recoger agua para verterla en el filtro.**

Si usan el mismo recipiente, harán que el agua filtrada se ensucie de nuevo.



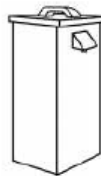
Usen un recipiente seguro para el almacenamiento del agua filtrada.

- **Siempre asegúrense que el difusor está dentro del filtro antes de verter agua.**

Nunca viertan agua directamente en la arena.



- **Siempre dejen la tapa en el filtro.**



- **Nunca pongan cloro en la parte superior del filtro.**

El cloro mataría la biocapa. Sin la biocapa, el filtro no funcionará bien.



- **Mantengan el tubo de salida abierto. No pongan una manguera o un grifo en el tubo de salida del filtro.**

El filtro no funcionará bien.



- **Usen el filtro sólo para agua. No almacenen comida dentro del filtro.**

Algunas personas hacen esto porque el filtro está frío. Pero el interior del filtro no está limpio-recoge suciedad y agentes patógenos. Harán que la comida se ensucie y sea insegura para comer. La comida también atrae insectos al filtro.



6. Cómo limpiar el filtro

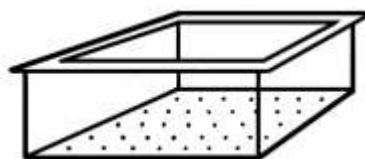
Se recomienda lavar el filtro cada 3 o 4 meses pero dependerá del caudal que se tenga después de un tiempo determinado, es decir, a menor flujo mayor colmatación del lecho filtrante.

Hay 2 modos para limpiar el filtro.

1. Lave el difusor, la tapa y la parte exterior del tubo de salida.
2. Cada vez que la velocidad del flujo sea demasiado lenta deberían hacer un “revolver y botar” para hacer que la velocidad del flujo sea rápida otra vez.

6.1. Limpiar las partes del filtro

El difusor recoge suciedad y partículas que están en el agua. Puede llegar a ponerse muy sucia. La suciedad no dañará el agua para beber, ya que el agua se filtra después que toca el difusor. Pero es buena idea limpiar el difusor. Limpiar la suciedad del difusor hará que la suciedad no obstruya la arena, lo que ayudará a que la velocidad del flujo no sea lenta.



También se debe lavar la tapa. Si la familia guarda algo encima de la tapa, debería limpiarse. También se verá más bonita si está limpia.



- Una vez a la semana, lave el difusor y la tapa con agua y jabón. Luego aclare con agua.
- No tiene que usar agua potable y filtrada para lavar el difusor y la tapa, pero el agua debería ser tan limpia y clara como sea posible.
- Si no quiere lavar la tapa con agua, pueden lavarla con un paño limpio y húmedo.



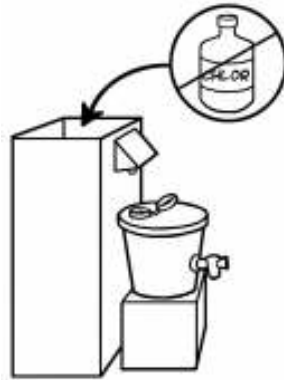
Es importante mantener limpio el tubo de salida. A veces el exterior del tubo puede ensuciarse. Esto hace que agua se ensucie otra vez. Ésta es la razón por la cual el agua debería ser desinfectada después de que sea filtrada. El usuario no debería NUNCA poner cloro dentro del filtro.



- ☐ Una vez a la semana, limpie con un trapo el exterior del tubo de salida. Usen un trapo con cloro. Deje que el tubo se seque al aire libre.
- ☐ Si no tienen cloro o lejía, use un paño húmedo con jabón. Luego use un paño limpio y húmedo para quitar el jabón. Use agua filtrada para limpiar el tubo. Los usuarios deben de saber cómo limpiar el filtro.



El usuario no debería NUNCA poner cloro dentro del filtro.



6.2. Revolver y botar.

1. Quite la tapa. Vierta agua en el filtro hasta que quede por encima del difusor. Quite el difusor.



2. Ponga su mano sobre la superficie de la arena. Revuélvala suavemente en círculos unas cuantas veces.



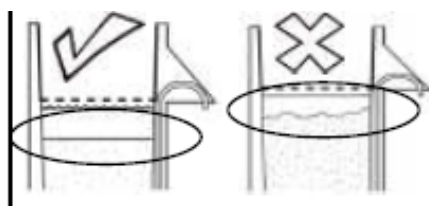
3. Use una taza o un balde pequeño para sacar el agua sucia de la superficie del filtro.



4. Vierta el agua sucia en el drenaje o en el jardín. Repita los pasos 2, 3 y 4 unas pocas veces.



5. Aplane y nivele la superficie de la arena.



6. Lave la tapa y el difusor con agua y jabón. Aclare con agua limpia.



7. Ponga de nuevo el difusor en el filtro.



8. Lave sus manos con agua y jabón. Esto es importante ya que la superficie de la arena está muy sucia.



9. Vierta un balde de agua en la parte de arriba del filtro.

Si la velocidad de flujo sigue siendo lenta, repita el revolver y botar hasta que mejore.



7. Almacenamiento de agua potable

Almacenar seguro significa evitar que el agua se contamine otra vez. Si las manos, vasos o cualquier otra cosa tocan el agua, no será seguro para volver a beber otra vez. Los baldes abiertos no son un sitio seguro ya que cualquier cosa puede caer dentro del balde y contaminar el agua.

Hay muchos diseños de recipientes de agua potable en el mundo.



- Cubiertas o tapas fuertes y apretadas.
- Tapa o apertura estrecha para verter agua.
- Base estable para que no se vuelque.
- Fácil para limpiar.
- Duradero y fuerte.
- Recipientes que no sean transparentes (que no se vea a través) o que tengan un tinte de color son mejores que las botellas transparentes. Las algas pueden crecer dentro de los contenedores transparentes ya que la luz del sol llega al agua.